

Anu Matero

SELVITYS- JA SUUNNITTELUTYÖ KAINUUN LANGATTOMASTA
LAAJAKAISTAVERKOSTA

Insinöörityö

Kajaanin ammattikorkeakoulu

Tekniikan ja liikenteen ala

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Kevät 2005



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

INSINÖÖRITYÖ TIIVISTELMÄ

Osasto Tekniikka	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka
Tekijä(t) Anu Susanna Matero	
Työn nimi Selvitys- ja suunnittelutyö Kainuun langattomasta laajakaistaverkosta	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Elektroniikan tuotantotekniikka	Ohjaaja(t) Jukka Heino Sari Niskanen Jouko Moilanen
Aika Kevät 2005	Sivumäärä 64
<p>Tiivistelmä</p> <p>Insinööriössä tutkittiin erilaisia teknologioita, joilla voidaan muodostaa laajakaistayhteys. Insinööriöön alussa on esitelty kiinteän sekä langattoman laajakaistaverkon yleisimpiä ja muutamia hieman tuntemattomampia teknologioita. Tarkastelussa on mukana myös mobiililaajakaista-teknologiat sekä niin sanottu neljäs sukupolvi eli 4G.</p> <p>Suunnitteluosuuden pohjustamiseksi työssä on kerrottu siitä, miten erilaiset verkkoteknologiat voivat integroitua keskenään. Tavoitteena oli suunnitella Kainuun langattoman laajakaistaverkon tulevaisuutta ja kehittää hybridimalli verkosta. Mallissa tuli käyttää sekä kiinteää että langatonta tekniikkaa. Suunnittelun pohjana on käytetty Kainuun liitolle tehtyä selvitystä laajakaistayhteyksien tarjonnasta Kainuussa. Työn on tilannut Kajaanin Puhelinosuuskunta yllä mainittuun tarkoitukseen.</p> <p>Työssä on myös tarkasteltu, mitä erilaisia palveluja ja hyötyjä langattomalla laajakaistaverkolla saavutetaan. Internetiä hyväksikäyttäen on laadittu päätelaitekatsaus sekä laajakaistayhteyksien käytöstä on tehty hintavertailu.</p> <p>Kainuussa on paljon haja-asutusalueita, jotka jäävät usein vaille taloudellisesti tehokkaita laajakaistaverkkoratkaisuja. Tämän takia laajakaistaverkon suunnittelu on tarpeen.</p>	
Luottamuksellinen Ei	
Hakusanat kiinteä laajakaistaverkko, langaton laajakaistaverkko, mobiililaajakaista	
Säilytyspaikka Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto	



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

Kajaani Polytechnic

ABSTRACT THESIS

Faculty	Degree programme
Faculty of Engineering	Mechanical and Production Engineering
Author(s)	
Anu Susanna Matero	
Title	
Planning and a Report of Kainuu's Wireless Wideband Web	
Optional professional studies	Instructor(s) / Supervisor(s)
Electronic Production	Jukka Heino Sari Niskanen Jouko Moilanen
Date	Total number of pages
Spring 2005	64
Abstract	
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to carry out a research about different wideband web techniques. A wideband web can be divided into two different categories: a fixed wideband web and a wireless wideband web. The techniques of the mobile wideband web were also taken into consideration in the thesis.</p> <p>The so-called fourth generation was studied for the preparation of the planning work. The fourth generation means that in the future, different kinds of web techniques are going become integrated. The goal of the thesis was to plan the future of Kainuu's wireless wideband web and to develop some kind of hybrid model of the web. There should be both fixed and wireless techniques in the model. Kajaanin Puhelinosuuskunta (KPO) commissioned the planning and report for the purpose mentioned above.</p> <p>At the end of the thesis, there is a description of the end-devices and prices of the wideband web connections. The future lies in the wireless transmission of information. This report is mainly meant for people with a technical background, but also for people who are just interested in the subject.</p>	
Keywords	
fixed wideband web, wireless wideband web, mobile wideband web	
Deposited at	
Library of Kajaani Polytechnic	

ALKUSANAT

Sain insinööri työn aiheen Kajaanin Puhelinosuuskunnalta ollessani siellä työharjoittelussa. Ennen aloituspalaveria sain Kajaanin Puhelinosuuskunnalta jo luettavakseni muutamia työtä alustavia tutkimuksia. Keräsin työhön liittyvää materiaalia pääosin Internetistä, mutta myös kirjastosta. Aloituspalaverissa keskusteltiin työn sisällöstä ja tavoitteista sekä sain vielä lisää materiaalia työtä varten.

Työn teoriaosuudessa käsitellään yleisesti, mitä laajakaistaverkolla tarkoitetaan sekä mitkä ovat kiinteän ja langattoman laajakaistaverkon yleisimmät teknologiat. Teoriaosuus sisältää myös perustietoa mobiililaajakaistasta ja siitä, miten verkot integroituvat. Oman työn osuudessa pohditaan ja suunnitellaan Kajaanin langattoman laajakaistaverkon tulevaisuutta. Työssä ei ole tarkoitus ratkaista Kainuun langattoman laajakaistan ongelmia vaan selvittää uusia mahdollisuuksia sen kehittämiseksi. Työssä kehitellään hybridimalli, jossa on mukana sekä kiinteää ADSL:ää että langatonta tekniikkaa. Suunnittelun pohjana käytetään Kainuun liiton tekemää selvitystä Kainuun laajakaistaverkosta. Suunnittelussa tarkastellaan langattoman laajakaistaverkon palveluja sekä hyötyjä sen käyttäjille. Erilaisista päätelaitteista ja hintatrendeistä tehdään katsaus.

Haluan kiittää Kajaanin Puhelinosuuskunnan toimitusjohtajaa Marja Karjalaista työn tilaamisesta sekä verkkopalvelutuotteiden päällikköä Sari Niskasta ja Jouko Moilasta. Haluan myös kiittää työn ohjaajaa Jukka Heinoa työn sisältöön sekä kielioppiin liittyvästä avusta.

Kajaanissa 17. helmikuuta 2005

Anu Matero

KÄYTETYT TERMIT

ADSL	Asynchronous Digital Subscriber Line on asymmetrinen digitaalinen tilaajalinja. Yleisin tarjolla oleva laajakaistaliittymä.
ATM	Asynchronous Transfer Mode on tiedonsiirtotekniikka, jossa tieto pilkotaan pieniksi samanmittaisiksi soluiksi.
Bluetooth	on lyhyen matkan radioyhteys kahden laitteen välillä ilman kaapelointia.
xDSL	[x=useita eri tekniikoita] Digital Subscriber Line on kiinteää puhelinverkkoa hyödyntävä tekniikka.
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution on teknologia, joka mahdollistaa kolmannen sukupolven laajakaistapalveluita olemassa olevissa GSM-verkoissa.
GPRS	General Packet Radio Service on datapalvelu, joka toimii GSM-verkoissa.
GSM	Global System for Mobile Communications on digitaalinen matkaviestinjärjestelmä.
HiperLAN	High Performance Radio Local Area Network on ETSI:n suosituksiin perustuva langaton lähiverkko.
IP	Internet Protocol on Internetissä käytetty tiedonsiirtoprotokolla.
ISDN	Integrated Services Digital Network on teknologia, joka tarjoaa täysdigitaalisen päästä päähän -yhteyden olemassa olevan paikallispuhelujohtoon kautta.
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System on teknologia, joka yhdistää langattomat matkapuhelinjärjestelmät Internetiin.
VoIP	Voice over IP on tekniikka, missä puhelin on kytketty hyödyntäen IP-protokollaa.
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access on langaton laajakaistainen liityntäteknologia.
WLAN	Wireless Local Area Network on langaton lähiverkko, jossa Internet-yhteys muodostetaan tukiaseman ja loppuasiakkaan tietokoneen välillä erityisen WLAN-verkkokortin avulla.

WLL	Wireless Local Loop on lähinnä lankapuhelimen korvaajaksi suunniteltu tekniikka. Se on puhelinkeskuksesta langattomalla radiotekniikalla toteutettu tilaajaliittymä.
1G	Ensimmäisen sukupolven matkaviestinverkko perustuu analogiseen tekniikkaan.
2G	Second-generation network on toisen sukupolven matkaviestinverkko, joka käyttää hyväkseen GSM-tekniikkaa.
3G	Third-generation network on kolmannen sukupolven laajakaistainen matkaviestinverkko.
4G	Neljännän sukupolven teknologia, joka tulee olemaan mahdollisesti erilaisten verkkojen yhdistelmä.

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

KÄYTETYT TERMIT

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	9
2 LAAJAKAISTAVERKKO	10
3 YLEISIMMÄT TEKNOLOGIAT	11
3.1 Kiinteä laajakaistaverkko	11
3.1.1 DSL-teknologia	11
3.1.2 Kaapelimodeemi	12
3.1.3 Ethernet	13
3.1.4 Valokuitu	14
3.2 Langaton laajakaistaverkko	15
3.2.1 WLAN	16
3.2.2 WLL	18
3.2.3 WiMAX	19
3.2.4 Muita teknologioita	20
4 MOBIILILAAJAKAISTA	23
4.1 Mobiililaajakaista käsitteenä	23
4.2 Ensimmäinen sukupolvi (1G)	24
4.3 Toinen sukupolvi (2G)	25
4.4 Kolmas sukupolvi (3G)	26
5 NELJÄS SUKUPOLVI JA VERKKOJEN INTEGROITUMINEN	27
5.1 Neljännen sukupolven verkko	28
5.1.1 Käyttökohteet	29
5.1.2 Neljännen sukupolven tiedonsiirto-ominaisuudet	31
5.1.3 IP-pohjainen rakenne	32
5.1.4 Neljännen sukupolven ympäristön mukautuvuus	34
5.2 Monikanavajakelumalli	36

5.2.1 Monipalveluverkko	37
5.2.2 Monipalveluverkon palveluita	38
6 KAINUUN LANGATTOMAN LAAJAKAISTAVERKON TULEVAISUUS	40
6.1 Tämänhetkinen laajakaistatarjonta Kainuussa	40
6.2 Digi-tv-verkko laajakaistan jakelukanavana	44
6.3 Hybridimalli Kainuun laajakaistaverkosta	45
7 LANGATTOMAN LAAJAKAISTAN PALVELUT JA HYÖDYT	48
7.1 Kolmannen sukupolven palveluita	49
7.1.1 Suosituimpia mobiilipalveluita	49
7.1.2 Yritysten käyttämät palvelut	49
7.2 Päätelaittekatsaus	50
7.2.1 Palveluiden ja toimintojen yhdentyminen	50
7.2.2 WLAN-päätelaitteet	52
7.3 Laajakaistaliittymien hintavertailua	54
7.3.1 Kuluttajaviraston tekemä hintavertailu	54
7.3.2 Eri operaattoreiden tarjoamat laajakaistaliittymät	56
8 YHTEENVETO	59
LÄHDELUETTELO	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Työ on selvitys- ja suunnittelutyö Kainuun langattomasta laajakaistaverkosta Kajaanin Puhelinosuuskunnalle. Aluksi työssä käsitellään laajakaistaverkon teoriaa sekä kiinteän ja langattoman laajakaistaverkon yleisimpiä teknologioita. Langattoman laajakaistaverkon yhteydessä esitellään mm. Wlan, WiMAX, 2G, 3G, 4G ja WLL. Työssä käsitellään myös mobiililaajakaistaa sekä sitä, miten verkot integroituvat keskenään.

Suunnitteluosiossa pohditaan Kainuun alueen langattoman laajakaistaverkon mahdollisuuksia ja tehdään niin sanottu hybridimalli olemassa olevia verkko-teknologioita hyväksi käyttäen. Hybridimallissa olisi mukana sekä kiinteää ADSL:ää että langatonta tekniikkaa. Suunnittelun pohjalla käytetään Oulun yliopiston tilaamaa selvitystyötä, joka koskee laajakaistayhteyksien tarjontaa Kainuussa [1]. Suunnittelussa tarkastellaan laajakaistaverkon palveluja ja mitä hyötyjä siitä on käyttäjille. Tässä osiossa käsitellään myös päätelaitteista ja hintatrendeistä tehtyä katsausta.

Työn tarkoituksena on tarkastella eri tekniikoita, joilla Kainuun laajakaistaverkon ongelmat voitaisiin ratkaista. Toimeksiantaja on asettanut työn tavoitteeksi kuvata ja luonnostella laajakaistaverkon kattavuuden laajentamisen Kainuussa ottaen huomioon tulevaisuuden kehitys- ja teknologiatrendit.

2 LAAJAKAISTAVERKKO

Laajakaistayhteydet jaetaan kahteen eri luokkaan: kiinteät yhteydet ja langattomat yhteydet. Kiinteät yhteydet ovat vielä nykyään selvästi yleisempiä kuin langattomat. Kiinteissä yhteyksissä käytettävistä laajakaistateknologioista DSL ja kaapelimodeemi ovat ylivoimaisesti yleisimmät. [2.] Noin 95 % laajakaistayhteyksistä katetaan DSL-tekniikalla sekä kaapelimodeemi-tekniikalla. Kaapelimodeemit häviävät sitä mukaa, kun tarjolle tulee teknologioita, joissa yhteydet ovat nopeampia. [3.]

Viime vuoden lopulla Arto Karila piti seminaarin [4, s. 2] Seinäjoella, jossa hän kertoi, että ennen ISDN:ää, jonka nopeus oli 64 - 128 kbit/s, pidettiin jo laajakaistana. Eurooppalaisen virallisen käsityksen mukaan vähintään 256/256 kbit/s (ensimmäinen luvuista on käyttäjälle tulevan kanavan siirtonopeus ja jälkimmäinen on käyttäjältä ulospäin lähtevä nopeus) Internet-yhteys on laajakaista. Tällä hetkellä ADSL:n maksiminopeutta 8 Mbit/s voidaan pitää laajakaistana. Laajakaistatekniikoiden kehitystä vuosien 1995 - 2010 välillä esittelevän www-dokumentin mukaan [5] laajakaistapalvelut alkoivat yleistyä vuonna 2001, vallitseva nopeus oli 128 - 256 kbit/s. Vuoteen 2003 mennessä tyypillinen nopeus oli 256 - 512 kbit/s, ja nyt vallitseva nopeus on 512 - 1024 kbit/s. Näin ollen tiedonsiirtonopeus on ensin kaksinkertaistunut kahdessa vuodessa ja tämän jälkeen kaksinkertaistunut jälleen vuodessa. Arto Karila esitti seminaarissaan [4, s. 2] nopeuksien kymmenkertaistuvan viidessä vuodessa. Hänen mukaansa laajakaista on siis ”liikkuva maali”.

Laajakaista on tiedonsiirtoyhteys, joka mahdollistaa tietoverkoissa olevan aineiston ja palvelujen vaivattoman käytön. Tällä hetkellä mm. Euroopan unionissa, OECD:ssä ja Kansainvälisessä televiestintäliitossa ITU:ssa laajakaistan miniminopeus kiinteissä yhteyksissä määritellään olevan 256 kbit/s. Operaattorit ilmoittavat Suomessa laajakaistaliittymien yleiseksi yhteysnopeudeksi 2 Mbit/s. On kuitenkin olemassa myös ratkaisuja, joissa käyttäjältä verkkoon päin kulkevan liikenteen nopeus on hitaampi kuin edellä mainittu 256 kbit/s (esim. satelliitti-GPRS-kombinaatio). [2.]

3 YLEISIMMÄT TEKNOLOGIAT

Laajakaistayhteyksistä kiinteät yhteydet ovat vielä langattomia yhteyksiä yleisempiä. Tekniikoita laajakaistaverkossa voi olla monia, kuten esimerkiksi xDSL, WLAN tai valokaapeli. Laajakaistaverkko perustuu tavallisesti kyläkeskittimiin rakennetuista kuituyhteyksistä [6]. Tässä luvussa esitellään kiinteän laajakaistaverkon taustaa sekä pääasiassa yleisimpiä kiinteitä teknologioita.

3.1 Kiinteä laajakaistaverkko

Loppuasiakkaille tarjotaan laajakaistaisia Internet-palveluja eri verkko-tekniikoiden välityksellä. Yleisimpiä teknologioita kiinteässä laajakaistaverkossa ovat kiinteää puhelinverkkoa hyödyntävä DSL-yhteys ja kaapelitelevisioverkkoa hyödyntävä kaapelimodeemi. [7, s. 2.] DSL-tekniikoista ADSL-yhteys on Suomessa tunnetuin ja käytetyin. Seuraavana on esitetty yleisimpien kiinteiden laajakaistatekniikoiden teoriaa sekä myös muutamien tuntemattomampien tekniikoiden taustoja.

3.1.1 DSL-teknologia

DSL-tekniikka on selvästi maailman yleisin käytössä oleva laajakaistateknologia. Sen osuus kaikista laajakaistayhteyksistä on 59 %. Tiedonsiirto tällä tekniikalla tapahtuu kiinteän puhelinverkon kuparikaapeleissa, mutta taajuusalue on eri kuin puheensiirrossa. [7, s. 2.] Tarjolla olevasta kaistanleveydestä perinteinen puhelinliikenne hyödyntää vain osaa, jolloin dataa voidaan siirtää hyödyntämällä puhelinverkon käyttämätöntä kaistaa [2].

ADSL-liittymä on yleisin DSL-tekniikalla toteutettu laajakaistaliittymätyyppi. ADSL-teknologialla Internetiin sekä muihin multimedia- ja datapalveluihin pääseminen tapahtuu nopeasti. ADSL-liittymätyypin yhteysnopeus ei riipu samalla alueella yhtä aikaa Internetissä olevista käyttäjistä, koska siinä loppuasiakkaalla on oma kaista, jota ei jaeta toisten käyttäjien kanssa. [7, s. 2.] Kaapeli-

modeemit ja langaton laajakaistayhteys saattavat kärsiä ruuhkasta, jos moni käyttäjä siirtää tietoa samanaikaisesti saman paikallisvaihteen alueella. Näillä teknologioilla loppukäyttäjät jakavat kyseiselle alueelle allokoitua kaistanleveyden toisten käyttäjien kanssa. [2.]

DSL-yhteyden muodostamiseen tarvitaan DSL-modeemi, joka kytketään yhteyden tarjoajan ja loppukäyttäjän välille erityisellä puhelinpistokkeella. Yhteyden nopeuteen vaikuttavat loppukäyttäjän etäisyys paikallisesta kytkimestä, puhelinkaapelin paksuus ja määrä sekä käytettävän DSL-teknologian tyyppi. Yleisin loppukäyttäjän DSL-yhteys on epäsymmetrinen ADSL. Tässä yhteystyypissä nopeus verkosta käyttäjälle on suurempi kuin nopeus käyttäjältä verkkoon. [2.]

ADSL-tekniikassa tilaajan ja puhelinkeskuksen välinen yhteysjohto saa olla enintään viiden kilometrin pituinen, eikä se saa sisältää monia liittoksia. Lisäksi puhelinkeskuksen on oltava kiinni laajakaistaisessa runkoverkossa. [8, s. 11.] ADSL:ää ei siis saa hankittua mihin tahansa asuntoon, koska puhelinyhtiön paikallisen keskuksen on tuettava tekniikkaa. Näin ollen syrjäkylillä, joissa asukasmäärä on pieni ja etäisyydet pitkiä, ADSL:n saatavuus on heikko. [9.]

Uudemmissa DSL-tekniikoilla on mahdollista päästä kymmenien megabittien yhteysnopeuksiin. Tällaiset tiedonsiirtonopeudet riittävät esimerkiksi digitaalisiin televisiolähetysiin. Hyvänä puolena DSL-yhteyksissä ovat jo olemassa olevat siirtotiet eli kuparikaapelit. Huonona puolena on mainittava yhteysnopeus, joka ei riitä tulevaisuudessa. Esimerkiksi jos taloudessa on käytössä useampi pääte-laite yhtä aikaa ja niihin lähetetään liikkuvaa kuvaa, DSL-tekniikan tarjoamat nopeudet ovat riittämättömiä. [3.]

3.1.2 Kaapelimodeemi

Kaapelimodeemitekniikan osuus laajakaistayhteyksistä on 39 %. Näin ollen se on maailman toiseksi yleisin laajakaistateknologia. Teknologiaa käytetään yleisesti maissa, joissa on laaja kaapelitelevisioverkko. Kaapelitelevisioverkon avulla Internet-yhteys voidaan muodostaa kaapelimodeemitekniikassa. Tele-

visio-ohjelmat, jotka lähetetään kaapelitelevision kautta, eivät käytä koko taajuuskaistaa. Näin ollen osa taajuuksista voidaan varata Internet-yhteydelle verkosta käyttäjän suuntaan sekä yhteydelle käyttäjältä verkkoon. [2.]

Jokaiselle käyttäjälle ei varata omaa taajuuskaistaa niin kuin DSL-tekniikassa. Kaapelimodeemiyhteydessä tietyn alueen käyttäjät jakavat kaistan myös toisten käyttäjien kanssa. Todellinen yhteysnopeus vaihtelee loppukäyttäjällä riippuen siitä, kuinka paljon liikennettä alueen muut käyttäjät aiheuttavat samaan aikaan. Tällöin voidaan ajatella, että yksittäinen käyttäjä voi saada käyttöönsä koko alueen käyttäjille varatun kaistan, jos muut eivät käytä yhteyttä juuri kyseisellä hetkellä. Toisaalta taas useiden käyttäjien ollessa yhtä aikaa kaistalla voi muodostua ruuhka, jonka takia yhteydet saattavat katkoilla ja esimerkiksi Internetin käyttö on epämiellyttävää. [2.]

Yhteyden tarjoajan sekä loppukäyttäjän välillä käytetään yhteyden muodostamisessa erityistä kaapelimodeemia, joka kytketään televisioantennipistokkeeseen. Kaapelimodeemiyhteys on ADSL-yhteyden tavoin yleensä epäsymmetrinen, eli nopeus verkosta käyttäjälle on suurempi kuin käyttäjältä verkkoon. [2.]

Kaapelimodeemiyhteyden edellytyksenä on, että data kulkee sekä sisään että ulos. Tämä tarkoittaa sitä, että kaapeliverkon on oltava kaksisuuntaistettu. [9.]

3.1.3 Ethernet

Ethernet ei ole ehkä suosituimpia teknologioita laajakaistatekniikassa, mutta se on silti mainitsemisen arvoinen menetelmä. Ethernetin teoreettinen toiminta on esitelty, koska tulevaisuuden tekniikoita mietittäessä se voi olla mukana yhtenä osana uusia menetelmiä.

Ethernet on paikallisverkkojen tiedonsiirtostandardi. Se ei siis varsinaisesti ole kilpaileva fyysinen teknologia DSL-, kaapelimodeemi- ja optisen teknologian kanssa. Käytettäessä DSL- tai kaapelimodeemia loppukäyttäjällä on Ethernet-yhteys tietokoneestaan jompaankumpaan teknologiaan ja modeemin avulla yhteyden tarjoajan kautta Internetiin. Loppukäyttäjä voi kuitenkin kytkeä tieto-

koneensa ilman kaapeli- tai DSL-modeemia suoraan paikallisverkkoon, jos Ethernet tuodaan suoraan hänelle. Suomessa tämä on yleistä esimerkiksi toimitoissa ja opiskelija-asuntoloissa. [2.]

Loppukäyttäjälle Ethernetistä on se etu, että hän ei tarvitse välttämättä erillistä modeemia muodostaakseen Internet-yhteyttä. Ethernetin etuna paikallisverkossa on myös se, että kaikki laitteet, jotka ovat verkkoon liittyneet, voivat lähettää ja vastaanottaa tietoa niin nopeasti kuin pystyvät. Tästä voi kuitenkin muodostua ongelmia suurilla käyttäjämäärillä. Paikallisverkon tiedonsiirtokyky saattaa kuormittua liikaa, jos verkossa on yhtä aikaa monta sellaista käyttäjää, jotka vaativat suurta tiedonsiirtokapasiteettia. [2.]

Paikallisverkkojen ulkopuolella Ethernetiä käytettäessä on ollut ongelmia kuparijohtimien käytössä. Kaapelin maksimipituus on ollut vain noin 100 metriä ilman signaalinvahvistinta, minkä takia pidemmällä välimatkoilla Ethernetin käyttö on ollut rajoittunutta. Jokin aika sitten on markkinoille tullut uusi niin sanottu LRE-tekniikka (Long Reach Ethernet). Tämä tekniikka mahdollistaa siirtoetäisyyden kasvattamisen 1,5 kilometriin, ja se on symmetrinen. Symmetrinen tiedonsiirt nopeus vaihtelee pitkillä etäisyyksillä etäisyyden mukaan 5 - 15 Mbit/s. [2.]

3.1.4 Valokuitu

Valokuitutekniikka on Ethernet-tekniikan tavoin hieman tuntemattomampi teknologia laajakaistayhteyksien rakentamisessa. Valokuitutekniikka on ainakin vielä tällä hetkellä kallis teknologia. Tekniikkana se on kuitenkin mielenkiintoinen ja vartenotettava vaihtoehto.

Internet-yhteyksien tarjoamisessa yksittäisille loppukäyttäjille valokuitu ei ole vielä yleistynyt. Se on kuitenkin merkittävä teknologia, koska sillä on suuri tiedonsiirtokyky. Valokuitua käytetään jo nykyään runkoverkkojen rakentamisessa. Kuparikaapelilla kotiin tuotava laajakaistayhteys muuttuu usein kaupunkien sekä maiden välillä optiseksi. [2.]

Tärkein etu valokuitutekniikassa on sen huomattava tiedonsiirtokapasiteetti. Aikayksikköä kohden dataa voidaan siirtää enemmän valokaapelia pitkin kuin kuparikaapelilla tai langattomalla tekniikalla. Tämä johtuu siitä, että valon taajuus on paljon suurempi kuin kuparikaapelissa tai langattomassa teknologiassa käytetty taajuus. [2.]

Valokuitu ei materiaalina ole niinkään kallista, mutta koska olemassa olevia kuparikaapeleita ei voida tässä tekniikassa hyödyntää, on usein asennettava uusia kaapeleita valokuituyhteyksiä varten. Tästä kertyy huomattavia kustannuksia. Lisäksi tarvittavat päätelaitteet, jotka perustuvat valokuituyhteyksiin, ovat paljon kalliimpia kuin DSL- tai kaapelimodeemitekniologioissa. Näistä seikoista johtuvat kustannustekijät hidastavat valokuidun viemistä loppukäyttäjälle asti. [2.]

3.2 Langaton laajakaistaverkko

Langaton laajakaistatekniikka on vartenotettava vaihtoehto, jos alueella ei vielä ole lankaverkkoa tai se ei ole vuokrattavissa järkevillä hinnoilla. Langatonta laajakaistatekniikkaa kannattaa harkita teknisesti myös haja-asutusalueiden laajakaistayhteyksiä rakennettaessa. [5.]

Langattoman laajakaistaverkon toiminta ei perustu rakennettuihin kaapeleihin. Langattomia yhteyksiä on tarjolla enenevässä määrin. Langattomien laajakaistayhteyksien erilaiset teknologiat kehittyvät koko ajan. Tavallisimmat teknologiat perustuvat langattomaan lähiverkkotekniikkaan, kuten esimerkiksi WLAN. Käytetyimpiin kuuluvat WLANin lisäksi myös uusi nopeampi WLL-teknologia sekä WiMAX. Seuraavana on esitetty yleisimpiä langattoman laajakaistaverkon teknologioita. Mukana on myös muutamia tuntemattomampia langattomia tekniikoita. [3.]

3.2.1 WLAN

WLAN-laajakaistaliittymän tarjonta kuluttajille on aloitettu Suomessa vuoden 2000 aikana. Tällöin WLAN-yhteyksiä tarjosi vain 3 - 4 palveluntarjoajaa. Palveluntarjoajien WLAN-verkot perustuivat lähinnä muutamiin tukiasemiin. Alussa yhteydet olivat lähinnä kokeiluluontoisia ratkaisuja. Vuosien 2002 ja 2003 tarjoajien määrä kasvoi reiluun kymmeneen, ja tällä hetkellä WLAN-laajakaistaliittymää tarjoaa noin 20 palveluntarjoajaa yli 30 kunnan alueella. Näillä alueilla WLAN-verkkoja on rakennettu pääosin kaupunkialueille sekä tiheimmin asutuille alueille. Näin ollen tämän teknologian saatavuus on ainakin vielä heikko. [5.]

WLAN-tekniikassa Internet-yhteys muodostetaan langattomasti tukiaseman ja loppukäyttäjän tietokoneen välillä WLAN-verkkokortin avulla. WLAN on siis niin sanottu paikallisverkko. Langattoman tekniikkansa ansiosta WLAN on yleistymässä koti- ja toimistoympäristössä. Langattomuus on WLAN-teknologian suurin etu [2].

WLANin käyttöympäristöt voidaan Finnetin tutkimuksen mukaan jakaa kolmeen eri luokkaan [10] :

Ensimmäisenä ovat ulkotilat, joissa tukiaseman ja päätelaitteen välillä on suora tai lähes suora näköyhteys. Esimerkkejä tällaisesta käyttöympäristöstä ovat julkiset alueet, suuret avoimet sisätilat (lentokentät, messukeskukset ja näyttelytilat) sekä kampusalueet.

Toisena ovat avoimet toimistotilat. Avoimissa toimistotiloissa ei välttämättä ole suoraa näköyhteyttä. Tavallisesti näköyhteyttä häiritseviä tekijöitä on enimmillään kaksi tai kolme, jotka muodostuvat pienistä esteistä tai ohuista seinistä. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi avokonttorit, joissa käytetään ohuita sermejä, tai varastot. Myös aulat ja kokoustilat ovat avoimia tiloja.

Kolmantena ovat suljetut toimistotilat. Esimerkiksi tavallisissa toimistoissa on monesti useita näköyhteyttä häiritseviä esteitä tukiaseman ja päätelaitteen vä-

lillä, kuten paksuja seiniä. Tällöin olinpaikasta riippuen WLAN-peitto vaihtelee suuresti.

WLAN-tekniikalla on mahdollista tarjota verkkoyhteyksiä sekä alueellisesti että paikallisesti. Nykyään myös yhä useammat hotellit ja lentokentät tarjoavat Internet-yhteyttä langattomalla WLAN-tekniikalla. Harvaan asutuilla seuduilla, esimerkiksi maaseudulla, loppukäyttäjälle tarjottava langaton yhteys saattaa tulla halvemmaksi, jos kiinteää verkkoa (puhelin- tai kaapelitelevisioverkkoa) ei ole hyödynnettävissä. [2.]

Kaapelimodeemitekniikan tavoin ei myöskään WLAN-tekniikassa varata omaa taajuuskaistaa jokaiselle loppukäyttäjälle. Näin ollen kyseisen alueen yhteyden käyttäjät jakavat kaistan toistensa kanssa. Yhteysnopeus riippuu siis siitä, kuinka paljon samalla alueella on kaistan käyttäjiä yhtä aikaa. [2.]

WLAN-yhteyttä käytetään usein kiinteän laajakaistayhteyden yhtenä osana. Sitä voidaan käyttää esimerkiksi DSL-yhteyden viimeisenä osana, jossa WLAN-tekniikka yhdistää langattomasti useita käyttäjiä verkkoon. Esimerkiksi toimistossa DSL-yhteyden päähän voidaan yhdistää WLAN-tukiasema, johon käyttäjät muodostavat yhteyden WLAN-verkkokortin avulla. WLAN-tekniikan käyttö ja suosio on nousussa. [2.]

WLAN-yhteys toimii hyvin tukiaseman ja tietokoneen välillä, jos välimatka on noin 500 metriä. WLAN-tekniikka kärsii radiotekniikan heikkouksista, sillä yhteyden laatuun ja nopeuteen vaikuttavat ympäristöstä johtuvat esteet ja kovista pinnoista aiheutuvat heijastumat. Jos tietokoneen antennin ja tukiaseman välissä on esimerkiksi signaalin kulkua heikentävä seinä, Internet-yhteys saattaa katkoilla tai katketa kokonaan. Jos tietokoneen ja tukiaseman välinen etäisyys lähenee suurinta sallittua, saattaa yhteys häiriintyä jo vain sääolosuhteiden muuttuessa suuntaan tai toiseen. [8.]

Heikon saatavuuden lisäksi WLAN-tekniikan käytön vähäisyyttä saattavat selittää kuukausimaksut sekä kallis avausmaksu ja käyttäjän tarvitsemat laitteet. Tyypillisesti avausmaksu on noin 50 euroa. Käyttönoton yhteydessä asiakas

joutuu ostamaan WLAN-verkkokortin tai USB-liitäntäisen sovittimen ja kaapelin sekä antennin ja antennikaapelin. Tyypillisesti näistä hankinnoista kertyy kustannuksia noin 140 - 200 euroa. [5.]

3.2.2 WLL

Noin vuoden 1995 tienoilla maailmalla tuli esille eri teknologioihin perustuvia tuotekehityshankkeita. Näiden hankkeiden tavoitteena oli korvata langattomalla tekniikalla lankapuhelimen kuparinen tilaajajohto. Hankkeet saivat tekniikasta riippumattomia nimiä, kuten WLL. [5.]

Wireless Local Loop on puhelinverkon langaton jatke. Se on tilaajaliittymä, joka on toteutettu puhelinkeskuksesta radioteitse. Tukiaseman ja rakennusten antennien välillä on oltava näköyhteys, jotta yhteys toimisi toivotulla tavalla. Tukiaseman peiton säde on noin 10 kilometriä. [1.]

Käyttämällä uusinta radioteknologiaa voidaan langaton verkko rakentaa nopeammin ja halvemmin kuin perinteinen lankaverkko. Erityisesti paikallisesta keskuksesta asiakkaan puhelimeen eli paikallisessa silmukassa (Local Loop). Vaikka tilaajan lopullista sijaintia ei vielä tiedettäisikään, voidaan peitto rakentaa. Tämä johtuu siitä, että yhteyksien muodostamisessa käytetään radioteitä. [11.]

Esimerkiksi Etelä-Savossa neljän kunnan projektissa haja-asutusalueilla on otettu käyttöön langaton WLL-tekniikka. Tällä on pyritty ratkaisemaan laajakaistaongelmat. Pääosin kunnat ovat itse rahoittaneet verkon, joka mahdollistaa laajakaistan saamisen kaikille kuntalaisille. Käyttäjät joutuvat hankkimaan muutaman sadan euron hintaisen vastaanottimen, joka sijoitetaan esteettömään paikkaan. Lisäksi he maksavat kuukausimaksun käytöstä. Koekäyttäjät ovat olleet WLL-tekniikalla toteutettuun laajakaistaan tyytyväisiä. He ovat kokeneet, että ovat nyt tasa-arvoisia toisten kanssa. [12.]

Vielä tällä hetkellä Suomi on jakautunut kahtia laajakaistan suhteen. Syrjäisillä seuduilla kilpailun puute pitää laajakaistayhteyksien hinnat vielä korkeina, kun

taas kaupungeissa kilpailu toimii ja hinnat ovat laskeneet. Toiset saavat halvemmalla yhteyden taloyhtiön kautta. Jotkut taas joutuvat maksamaan yhteyksistä kohtuuttomia summia. [12.]

WLL:n ongelmana on eri laitevalmistajien laitteiden yhteensopimattomuus. Tämä seikka on myös yksi syy hintojen pysymiseen korkealla. Näin ollen WLL-tekniikka ei sovellu käyttäjien tilaajayhteyksien kustannustehokkaaseen toteutukseen. [13.]

3.2.3 WiMAX

WiMAX on WLL-periaatteella tarjottava, mutta teknisesti hieman kehittyneempi langaton tiedonsiirtotekniikka. Antennien välillä ei tarvitse olla välttämättä näköyhteyttä ja tukiaseman peittoalue on WLL-tukiaseman peittoa suurempi, noin 15 kilometriä tai hieman enemmän. WiMAX-teknologia on vielä niin uutta, että ensimmäiset laitteetkin ovat ilmestyneet markkinoille vasta viime vuoden alussa. [1.]

WiMAX-teknologian tiedonsiirtonopeudeksi on mitattu yhdellä tukiasemalla jopa 75 Mbit/s. Tämä tekniikka soveltuu hyvin myös liikkuvan kuvan ja äänen siirtoon, koska WiMAX-teknologiassa laatu voidaan taata. Tekniikassa käytetään 2 - 11 ja 10 - 66 gigahertsin taajuuksia. Internet-yhteyksissä käytetään edellä mainituista taajuuksista alemmaa. WiMAX-teknologian käyttö vaatii korkeat lähetysmastot. [3.]

Tulevaisuudessa esimerkiksi kannettaviin tietokoneisiin on mahdollista saada liikkuva ja siirrettävä yhteys WiMAX-tekniikalla. Tällöin asiakkailta olisi käytössä kotiantenni (satelliittilautanen), jonka koko riippuu valmistajasta sekä merkistä. Kuten aikaisemmin mainittiin, antennit eivät vaadi suoraa näköyhteyttä lähetinmastoon. Ongelmana tässä on, että peilautuessaan signaali voi sirpaloitua ja näin ollen siirtonopeus kärsii. Samasta lähetinmastosta voidaan suunnata useita antennoja omiin lohkoihin, jolloin yhden antennin on mahdollista palvella tuhansia yhteyksiä. [3.]

Tulevaisuuden langaton yhteys, joka muodostetaan WiMAX-tekniikalla, sopii hyvin sekä kaupunkeihin että maaseudulle. Uusia kaapeleita ei tarvitse asentaa, ja tekniikka on nopea rakentaa. Yhteysnopeuden kaksinkertaistaminen onnistuu toisella tukiasemalla. Ongelmia WiMAX-tekniikassa aiheuttaa maasto, joka saattaa paikoin heikentää yhteyksiä. Kantama on kuitenkin monta kertaa pitempi kuin esimerkiksi WLAN-yhteyksissä. Tekniikka on vielä kuitenkin kallis, mutta kustannukset laskevat käytön yleistyessä sekä yhteisen standardin kehittyessä. [3.]

3.2.4 Muita tekniikoita

Satelliitti

Internet-palveluja voidaan tarjota myös satelliittitekniikalla. Tällä hetkellä satelliittitekniikka pystyy tarjoamaan palveluja sekä yksisuuntaisen että kaksisuuntaisen satelliittiyhteyden välityksellä. Yksisuuntainen satelliittiyhteys tarkoittaa sitä, että paluukanavana toimii esimerkiksi puhelin- tai GPRS-yhteys. [7.] Kaksisuuntaisessa satelliittiyhteyksien toteuttamistavassa käytetään kaksisuuntaista satelliittilautasta. Satelliittilautasen kautta dataa voidaan sekä lähettää että vastaanottaa. [8.] Kuitenkin satelliittitekniikassa tarjotaan ensisijaisesti yksisuuntaista tekniikkaa [1].

Satelliittitekniikka on mahdollisesti hyödyllisin silloin, kun yhdistetään kaukana olevia alueita. Ideana on saada poistettua kustannuksia kerryttävät kaapelityöt sekä hyödyntää olemassa olevia satelliitteja nopeaan tiedonsiirtoon. Satelliitit lähettävät tällä hetkellä normaaleja tv- ja radiokanavia. [8.]

Tiedonsiirto satelliittiverkoissa tapahtuu digitaalisella DVB-lähetystekniikalla (Digital Video Broadcasting). IP-paketit lähetetään tiedonsiirrossa DVB-paketin sisällä. Vastaanottajalla oleva PC-kortti muokkaa valitun signaalin ja kokoaa IP-paketit uudelleen. [8.]

Peittoalue riippuu käytettävissä olevasta satelliitista. Suomessa satelliittiyhteyden luvataan toimivan lähes missä tahansa. [1.]

Bluetooth

Bluetooth-laitteessa on muiden tiedonsiirtotekniikoiden tavoin sekä lähetin että vastaanotin. Merkittävin ero johdolliseen tekniikkaan on se, että lähetin kommunikoi vastaanottimen kanssa radioaaltojen välityksellä. [14, s. 13.] Radioyhteys saadaan esimerkiksi matkapuhelimen ja tietokoneen välille ilman kaapelointia [15]. Vanhempiin laitteisiin on mahdollista saada erillinen Bluetooth-yhteyttä tukeva kortti, joka mahdollistaa esimerkiksi Internetyhteyden.

Tämä tekniikka sopii lähinnä tiedonsiirtoon, joka tapahtuu hyvin lyhyellä etäisyydellä. Tekniikka on mahdollista vain alle 10 metrin etäisyyksillä [8]. Tämä tarkoittaa siis sitä, että kahden Bluetooth-sirulla varustetun laitteen ollessa korkeintaan noin 10 metrin etäisyydellä toisistaan voivat ne muodostaa langattoman yhteyden toisiinsa. Esimerkiksi kannettava tietokone pystyy lähettämään tietoa viereisessä huoneessa olevalle tulostimelle tai matkapuhelimeen voi tulla viesti mikroaaltouunilta, kun ruoka on valmista. Bluetoothin avulla voi vaivatta surffaila kannettavalla tietokoneella Internetissä matkapuhelimen ollessa laukussa samanaikaisesti. [16.]

Bluetooth ei kuitenkaan yksistään ole ratkaisu langattomaan laajakaistaverkkoon, vaan se on yksi osa sitä. Tulevaisuudessa tämä tiedonsiirtoteknologia saattaa olla hyvä ratkaisu ihmisille, jotka ovat kyllästyneet nurkissa pölyttyviin johtokimppuihin. Nokian WWW-sivuilla ennustellaan Bluetooth-ominaisuuden korvaavan aluksi kaapelit, joita käytetään erilaisten digitaalisten laitteiden yhdistämisessä. Esimerkiksi matkapuhelimen kuulokesarja voi olla täysin johdoton. Näin puhelut yhdistyisivät matkapuhelimesta kuulokkeeseen langattomasti. [16.]

Useissa miljoonissa matkapuhelimeissa, kannettavissa tietokoneissa, tavallisissa tietokoneissa sekä useissa muissa elektronisissa laitteissa on mahdollisesti tulevaisuudessa Bluetooth standardiominaisuutena. Tästä voi seurata kysyntää markkinoilla mm. uusista innovatiivisista sovelluksista, palveluista sekä kokonaisratkaisuksista. [16.]

Muutamassa vuodessa langaton Bluetooth-tekniikka on yleistynyt nopeasti. Tekniikka on suunniteltu edulliseksi sekä helppokäyttöiseksi tiedonsiirtoyhteydeksi lyhyille matkoille. Käytännön testeissä on kuitenkin selvinnyt, ettei Bluetoothin käyttö olekaan niin helppoa kuin usein annetaan ymmärtää. On todettu, että tekniikan ”rautapuoli” toimii, mutta ohjelmistopuoli on heikko. Nykyään tekniikkaa hyödynnetään pääasiassa matkapuhelimissa, kuuloke-mikrofoneissa ja kämmentietokoneissa. [14.]

4 MOBIILILAAJAKAISTA

Matkapuhelimet ja mobiilipalvelut ovat nykyaikaa. Suurin osa ihmisistä tuskin tulee enää toimeen ilman kännykkää ja mobiiliverkon tuomia palveluita. Seuraavassa luvussa käsitellään mobiiliverkkoa sekä sitä, miten se on kehittynyt vuosien varrella.

4.1 Mobiililaajakaista käsitteenä

Mobiililaajakaistalla tarkoitetaan matkapuhelintietoliikennettä. Mobiliteetti (liikkuvuus) on keskeistä nykyään. Verkkoa sekä sen tarjoamia palveluita halutaan käyttää yhä useammin paikasta riippumatta. Tästä johtuen liikkuvuutta tukevia verkkoja ja liikkuvia päätelaitteita tarvitaan yhä enemmän. Liikkuvuus ja langattomuus eroavat toisistaan. Langattomuudella tarkoitetaan rajoitettua liikkuvuutta yhden tukiaseman alueella. Liikkuvuus taas käsittää mahdollisuuden siirtyä fyysisestä verkosta toiseen. [17.]

Langattomat yhteydet ovat tällä hetkellä markkinoilla koko ajan esillä. Nykyään ei olla enää riippuvaisia paikasta tai ajasta. Töitä voidaan tehdä mihin aikaan tahansa tai missä tahansa. Mobiililaitteista onnistunein on matkapuhelin, joka syntyi pitkän kehityksen tuloksena. Näinä päivinä ihmiset tuskin tulevat enää toimeen ilman matkapuhelinta. Huonona puolena matkapuhelimessa on tietenkin akun loppuminen, koska ainakaan vielä ei ole keksitty turvallista tapaa ladata akkua langattomasti. [14, s. 13.]

Langattomat mobiilipalvelut voidaan jakaa peruspalveluihin sekä multimedia-palveluihin. Äänipalvelut, tekstiviestit, sähköposti, datapalvelut (WAP, faksi) sekä kuvapalvelut kuuluvat niin sanottuihin peruspalveluihin. Multimediapalvelut taas sisältävät multimediaa hyödyntävät palvelut, kuten esimerkiksi pankki-, ostos- sekä kirjastopalvelut ja myös navigointi- ja paikannuspalvelut. Multimediapalveluihin kuuluvat myös multimediapohjaiseen kommunikointiin liittyvät palvelut. Tällaisia palveluita ovat esimerkiksi videopuhelut. Toisen sukupolven matkaviestinlaitteilla peruspalvelut pitäisi olla mahdollisia.

Multimediapalvelut taas mahdollistuvat kolmannen sukupolven matkaviestimillä. [18, s. 241.]

WAP

Lähtökohtana WAP-teknologiassa on erilaisten päätelaitteiden kuten matkapuhelinten ja piippareiden sekä Internet-teknologioiden yhdistäminen. Toisin sanoen mobiilipäätelaitteisiin pyritään tuomaan Internetin sisältö järkevässä muodossa. [15.]

Langattomia käyttäjiä varten voidaan WAPin avulla luoda erityissovelluksia. Esimerkiksi Internetin sisältöä voidaan käyttää matkapuhelimella niin kuin tietokoneella. WAP-palveluiden käyttö vaatii, että matkaviestinlaitteessa on WAP-tuki. [18.] WAP soveltuu siis pienille laitteille, koska sen sisältö on optimoitu niille.

4.2 Ensimmäinen sukupolvi (1G)

Matkaviestimet ovat kehittyneet suunnilleen samaan tahtiin, kuin sukupolvet ovat vaihtuneet. Puhutaan ensimmäisestä (1G), toisesta (2G) ja kolmannelta (3G) sukupolvea. Tulevaisuuden sukupolvea kutsutaan jo neljänneksi sukupolveksi (4G). [18, s. 234.] Eri sukupolvien vaihdoksille tunnusomaista ovat käyttäjien ja operaattoreiden investoinnit, siirtonopeuksien kasvaminen sekä palvelujen kehittyminen monipuolisemmiksi. [19.]

Ensimmäisen sukupolven matkaviestinten tekniikka perustuu analogiseen tiedonsiirtoon. Meriradio ja suljettujen ympäristöjen radioverkot saattoivat langattoman tietoliikenteen alkuun. Alussa datayhteydet olivat hitaita ja virrankulutus suuri. [18, s. 235.] Vuonna 1971 otettiin käyttöön käsivälitteinen autoradiopuhelin, jossa verkko ei tukenut digitaalista tiedonsiirtoa. Yhteispohjoismainen analoginen Nordic Mobile Telephone eli NMT aloitti toimintansa vuonna 1981. [17.]

4.3 Toinen sukupolvi (2G)

Toisen sukupolven puhelinverkkoteknologia perustuu GSM-tekniikkaa hyödyntäviin matkapuhelinverkkoihin. 2G-tiedonsiirtotekniikka on digitaalista. Tällöin valmistajat rakensivat erilaisia matkapuhelinverkoja. Markkinoille tuli monia erilaisia standardeja ja DECT-suositukseen perustuvat langattomat digitaaliset puhelimet yleistyivät, kuten myös GSM-matkapuhelinjärjestelmä. Vuonna 1991 Radiolinja avasi ensimmäisen digitaalisen GSM-verkon. Tämän vuosituhannen alussa matkapuhelimissa tuli käyttöön GPRS. [18, s. 239.]

GPRS

IP ja muutamat muut tekniikat liittyvät läheisesti GPRS-tekniikkaan. GPRS-tekniikka on ominaisuuksiltaan digitaalinen sekä pakettikytkentäinen, joka tarkoittaa, että radiokanavia käytetään ainoastaan tietoja lähetettäessä. Tämä tekniikka mahdollistaa nopean dataviestinnän. [20.] WAP-palveluiden käyttö matkapuhelimella edellyttää nopeaa tiedonsiirtoa. Tähän GPRS on siis soveltuva tekniikka. [19.]

GPRS-tekniikassa lähetettävä tieto pilkotaan niin sanotuiksi paketeiksi. Näihin paketteihin lisätään lähettäjän sekä vastaanottajan tiedot. Pakettitekniikka nopeuttaa tiedonsiirtoa verkossa huomattavasti. Tämä johtuu siitä, että reitittimet lähettävät paketit aina lyhyintä reittiä pitkin eteenpäin. GPRS-tekniikka tukeutuu olemassa olevaan GSM-verkkoon. Kuitenkin laitteisto ja GPRS-tukipisteet täytyy lisätä verkkoon. Tämän lisäksi käyttäjän on hankittava tietysti päätelaite, joka tukee GPRS-järjestelmää. Sekä GPRS-yhteyttä että GSM-palveluja voidaan käyttää verkossa yhtä aikaa. GSM-palveluilla tarkoitetaan esimerkiksi puhelimessa puhumista. [19.]

4.4 Kolmas sukupolvi (3G)

Eri verkkotekniikoita yhdistellään kolmannen sukupolven laitteissa. UMTS-tekniikassa pyritään yhdistelemään kiinteän televerkon ominaisuuksia sekä matkapuhelinverkon ominaisuuksia. [18, s. 240.]

UMTS perustuu hajaspektritekniikkaan. Se yhdistää sekä data- että multimedia-palvelut verkon yhdeksi osaksi. UMTS on ensimmäinen kolmannen sukupolven matkapuhelinverkko. [17.] Tavoitteena tässä tietoliikennejärjestelmässä on, että osallisina ovat matkapuhelinverkot, tavalliset verkot sekä satelliittiverkot. Näiden verkkojen olisi tarkoitus toimia saumattomasti keskenään. Päätelaitteen, verkon tai fyysisen sijainnin ei pitäisi olla este palvelujen käytölle. [20, s. 120.]

Tämä teknologia voi siis tarjota liikkuvalla käyttäjälle laajakaistapalveluja. Samoihin nopeuksiin ei kuitenkaan yllätä liikkuessakin kuin paikallaan olevalla päätelaitteella. UMTS ei nojaa GSM-verkkoihin, vaan se vaatii uusia investointeja radioverkkoon ja osaksi myös keskus- ja runkoverkkoon. Koska ainakaan vielä teknologia ei ole osoittautunut kaupalliseksi menestykseksi Euroopassa, ei kehityskulkua pystytä tarkasti arvioimaan Suomessakaan. Lähivuosina UMTS-teknologia tulee palvelemaan pääosin suurempien kaupunkien sekä asutuskeskuksien yrittäjiä ja kuluttajia. UMTS voittaa muut liityntäteknikat liikkuvan käyttäjän palvelemisessa, mutta häviää nopeudessa. UMTSin kilpailuvaltteja ovat siis mobiliteetti ja riippumattomuus paikasta verkon peittoalueen sisällä. [5.]

5 NELJÄS SUKUPOLVI JA VERKKOJEN INTEGROITUMINEN

Neljännän sukupolven teknologia tarkoittaa mobiiliteknologiaa, missä erilaiset verkot yhdistetään. Tämän teknologian myötä saadaan suuri tiedonsiirron suorituskyky edullisesti myös mobiilipäätelaitteille. Mobiilidatasiirtoa ei ole vielä kokonaan hyödynnetty. Itse asiassa se on vielä melko lailla alussa. Tulevaisuuden tietoverkkojen perusominaisuus tulee olemaan liikkuvuuden tuki. Tämä tuo käyttäjille merkittävää lisäarvoa. [4.]

4G-teknologia tulee todennäköisesti olemaan yhdistelmä, jossa 3G+, GSM, WLAN, Bluetooth sekä muut järjestelmät integroidaan yhdeksi virtuaaliseksi verkoksi. Tämän virtuaalisen verkon kautta tarjotaan Internetpohjaisia (IP) palveluja. Tärkeimmäksi tiedonsiirtotekniikaksi saattaa nousta WLAN, mutta sitä on kuitenkin vielä vaikea sanoa. Ongelmana WLAN-teknologiassa on, että verkkoja voidaan rakentaa kustannustehokkaasti vain tiheästi asutuille alueille. Tästä johtuen tarvitaan myös muita tiedonsiirtotekniikoita. Toinen ongelma WLANissa on liikkuvuus. WLAN on kehittynyt hitaasti liikkuville käyttäjille, joten esimerkiksi kulkuneuvoissa ei yhteyttä voida ylläpitää. Toinen tärkeä teknologia tulee mahdollisesti olemaan 3G+. Tällä teknologialla on mahdollista taata yhteydet myös harvaan verkotetuille alueille ja nopea liikkuvuus. [19.]

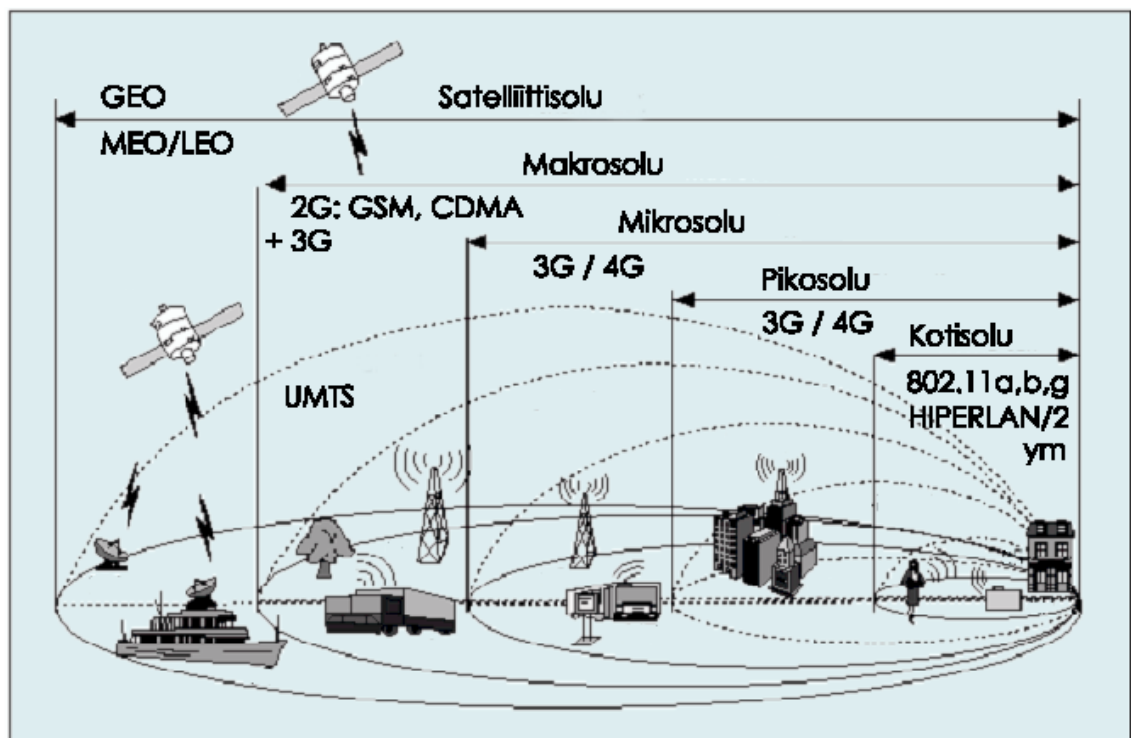
Käyttäjien kokemukset palvelun kokonaisuudesta sekä verkon toimivuus ovat moniulotteinen ongelma. Neljännän sukupolven teknologiassa on erityisesti otettava huomioon tiedonsiirtonopeus, yhteyden sekä laitteiden hinta, mobiiliteetti, tehonkulutus ja päätelaitteiden toimintaetäisyys. [19.]

Tulevaisuudessa vanhatkin teknologiat ovat tärkeitä, koska niitä voidaan käyttää uusien teknologioiden pohjana. Näin vanha ja uusi tekniikka integroituvat keskenään. Esimerkiksi vanhemmat kupari- ja kuitukaapelit voidaan hyödyntää niillä alueilla, joihin ne on jo aikaisemmin rakennettu. Tällä hetkellä voidaan esimerkiksi WLAN- ja DSL-tekniikka yhdistää toisiinsa. Tällöin kuparikaapeli toimii yhteytenä rakennukseen ja WLAN langattomana yhteytenä rakennuksen sisällä. Seuraavana esitellään erilaisia mahdollisuuksia verkkojen integroitumisesta.

5.1 Neljännen sukupolven verkko

4G-verkkojen sisällöstä ollaan montaa eri mieltä. Yleisimmän kannan mukaan neljäs sukupolvi on suurempi käsite tai kokonaisuus kuin pelkästään tiedonsiirtokapasiteetin huomattava kasvaminen. Kuitenkin neljännen sukupolven yksi tärkeä osa-alue ovat nopeammat mobiiliverkot. Neljäs sukupolvi tulee vaikuttamaan huomattavasti myös verkoissa käytettävien ohjelmistojen ja päätelaitteiden kehitykseen. Näin ollen 4G:tä ei voida rajata ainoastaan uusiin verkkoteknologioihin. Internetin rakenne tulee myös muuttumaan mobiilipäätelaitteiden kehittyessä IP-osoitteen omaaviksi Internet-päätteiksi. [21, s. 5.]

Neljäs sukupolvi tulee vaikuttamaan verkkojen osalta myös siellä, missä 4G-verkot eivät ole käytössä. Kuvassa 1 on esitelty miten useat eri mobiiliverkot ovat hierarkkisesti jakautuneet eri alueille neljännessä sukupolvessa. [21, s. 5.]



Kuva 1. Neljännen sukupolven verkkojen soluhierarkia [21, s. 5]

Erilaiset satelliittiverkot toimivat laajimpana mobiiliverkkona neljännessä sukupolvessa. Nämä verkot perustuvat geostationaarisilla, keskimatalilla sekä matalilla kiertoradoilla kiertäviin satelliitteihin. Edellä mainituista kiertoradoista käytetään lyhenteitä GEO (Geostationary Earth Orbit), MEO (Medium Earth Orbit) ja LEO (Low Earth Orbit). Satelliittisoluksi kutsutaan aluetta, jonka yksi satelliitti kattaa. Tällaisen satelliittisolun koko voi esimerkiksi GEO-satelliitilla olla kymmeniä miljoonia neliökilometrejä. [21, s. 6.]

Maanpäällisiin tukiasemiin perustuvat suurimmat verkot, kuten esimerkiksi 2G ja 2.5G-verkot, koostuvat makrosoluista. Muun muassa edellä mainitut verkot kattavat tavallisesti koko maan. Mikrosoluista koostuvat verkot toimivat esikaupunkialueilla. Nämä verkot tulevat perustumaan pääosin 3G- ja 4G-verkkojen teknologiaan. [21, s. 6.]

Pienistä pikosoluista koostuvat 4G-teknologiaa hyödyntävät verkot tulevat keskittymään ydinkeskustoihin sekä muihin suurta tiedonsiirtokapasiteettia tarvitseviin alueisiin. Halkaisijaltaan nämä solut voivat olla muutamista kymmenistä metreistä muutamiin satoihin metreihin. Rakennuksissa toimivat nytkin jo käytössä olevat langattomat lähiverkot, jotka muodostavat niin sanottuja kotisoluja. Tässä mallissa esiintyvien verkkojen lisäksi esimerkiksi Bluetooth-tekniikan sekä henkilökohtaisten verkkojen (Personal Area Network, PAN) tulee pystyä kommunikoimaan myös muiden mobiiliverkkojen kanssa. [21, s. 6.]

Kaikki kuvassa 1 esitetyt verkkoalueet tulevat toimimaan monilla eri verkko-tekniikoilla. 4G-verkkojen rinnalla tulevat toimimaan pitkään muun muassa 3G ja ehkä myös 2.5G-verkot. Nämä verkot toimivat pääasiassa haja-asutusalueilla. [21, s. 6.]

5.1.1 Käyttökohteet

Kasvava tiedonsiirtokapasiteetti tuo monia käyttömahdollisuuksia neljännessä sukupolvessa. Etätyöskentely helpottuu entisestään ja TV-tasoisien kuvan reaaliaikainen välitys on mahdollista. Myös videopuhelujen laajamittainen käyttö

mahdollistuu. Mobiiliverkon tiedonsiirtokapasiteetti ei eroa tulevaisuudessa enää kiinteistä yhteyksistä. [21, s. 7.]

Terveystieteiden kannalta sairauksien etätarkkailu sekä hätäpalvelut tehostuvat. Lääkärien sekä muun hoitohenkilökunnan saatavilla on välittömästi tietoa sairastapauksesta tai mahdollisesta onnettomuudesta. Koska päätelaitteet voidaan tunnistaa, hätätilanteissa kuten myös jokapäiväisissä sovelluksissa seuranta helpottavat paikkatietoon pohjautuvat palvelut. Suosittuja esimerkkejä paikkatietoon pohjautuvista palveluista ovat lähimpien ravintoloiden paikantaminen tai taksin tilaaminen. [21, s. 7.]

Neljännän sukupolven muihin ominaisuuksiin liittyy myös merkittäviä muutoksia. Yhteistyö eri verkkojen ja päätelaitteiden välillä mahdollistaa käyttäjien sujuvan liikkumisen ilman katkoksia. Esimerkkinä sujuvasta liikkumisesta eri verkkojen välillä on saman päätelaitteen käytettävyyden kotona, työmatkalla ja töissä. Kotona päätelaite toimisi langattomalla WLAN-tekniikalla, matkalla töihin käytössä olisi julkinen 3G tai 4G-tekniikkaan perustuva mobiiliverkko ja työpaikalla esimerkiksi HiperLAN-verkko. [21, s. 7.]

Tulevaisuuden sukupolvi tulee todennäköisesti tarvitsemaan tai ainakin edistämään niin sanottujen mobiiliagenttien käyttöönottoa. Mobiiliagenteiksi kutsutaan ohjelmia, jotka auttavat käyttäjää suorittamalla erityyppisiä toimintoja. Käyttökohteita mobiiliagenteille voisivat olla esimerkiksi matkavarausten tekeminen ja paikkatietoon perustuvien palveluiden käyttö, kuten palveluiden hakeminen niiden sijainnin perusteella. Mobiiliagentit voisivat toimia myös henkilökohtaisina sihteereinä. [21, s. 7.]

Eri laitteiden välinen kommunikointi tulee lisääntymään tulevaisuudessa. Kodinkoneista mainittuna jopa jääkaapit tulevat olemaan yhteydessä langattomaan kotiverkkoon ja sitä kautta myös Internetiin. Esimerkiksi laitteet voisivat automaattisesti kommunikoida ja ilmoittaa etukäteen huollon tarpeesta. [21, s. 7.]

Neljannen sukupolven verkkosovelluksissa päämääränä on huomioida edellisiä sukupolvia paremmin käyttäjien tarpeet ja toiveet. Suuri osa verkon ominaisuuksista on tarkoitettu helpottamaan ihmisten elämää.

5.1.2 Neljannen sukupolven tiedonsiirto-ominaisuudet

Neljannen sukupolven myötä tiedonsiirtonopeudet tulevat edelleen kasvamaan. Tutkijoiden mielipiteet tiedonsiirtonopeuksista vaihtelevat suuresti. Joidenkin tutkijoiden mukaan tulevaisuudessa 4G-verkkojen tavoitenopeus tulisi olemaan jopa 20 Mbit/s - 1 Gbit/s. Yleisemmän arvion mukaan nopeudet tulisivat olemaan 100 - 150 Mbit/s välillä. Tämä on kuitenkin paljon enemmän kuin nykyisten 3G-standardien suurin tukema nopeus eli 2 Mbit/s. [21, s. 8.]

Tekniikat, joita on kaavailtu käytettävän neljannen sukupolven verkoissa, toimivat huomattavasti korkeammilla taajuuksilla ja suuremmilla nopeuksilla kuin aiempien sukupolvien verkot. Radioyhteyksissä esiintyy kaksi ongelmaa, joita suurten taajuuksien käyttö pahentaa. Ensimmäinen ongelma on viivehajautuminen. Jos lähetetty radiosignaali heijastuu matkalla vastaanottajalle esimerkiksi taloista tai puista, se saapuu vastaanottajalle monesta eri kulmasta hieman eri aikaan ja eri voimakkuuksisena. [21, s. 9.]

Toinen ongelma on signaalin läpäisevyys. Korkeataajuuksiset radiosignaalit eivät läpäise hyvin kiinteitä rakenteita. Useiden kymmenien gigahertsien taajuudella toimivat verkot vaativat käytännössä näköyhteyden mobiilipäätteen sekä tukiaseman välille. Näin ollen 4G-verkon rakenne rajoittuu huomattavasti. Signaalin kulku voi estyä jopa ihmisen seistessä tukiaseman edessä. [21, s. 10.]

Koska solut ovat pieniä ja niitä on paljon, käyttäjällä on mahdollisuus liikkua nopeasti niiden välillä. Näin ollen sujuva solusta toiseen siirtyminen on tärkeää. Jotta siirtyminen yhden tukiaseman peittoalueelta toiselle ei aiheuttaisi yhteyden katkeamista välillä, päätteen näkyvissä tulisi olla koko ajan useampia tukiasemia. [21, s. 10.]

5.1.3 IP-pohjainen rakenne

Nykyiset 3G-verkot ovat tuoneet jo IP-komponentteja mobiiliverkkoihin, vaikka verkot perustuvatkin pääasiassa ATM-teknologiaan. Tästä johtuen 3G-verkot tarvitsevat niin sanottuja päällekkäisverkkoja tukemaan IP-pohjaista liikennettä. Yleisen käsityksen mukaan neljännen sukupolven verkot tulevat perustumaan IP:lle. IP-pohjaisissa verkoissa puhelut, verkkojen hallintatyökalut sekä eri sovellukset perustuvat IP:lle. Siirtyminen IP-pohjaiseen verkkorakenteeseen yksinkertaistaa verkon rakennetta, koska ei tarvita enää kiinteää reititystä kuten kytkentäisissä verkoissa. [21, s. 11.]

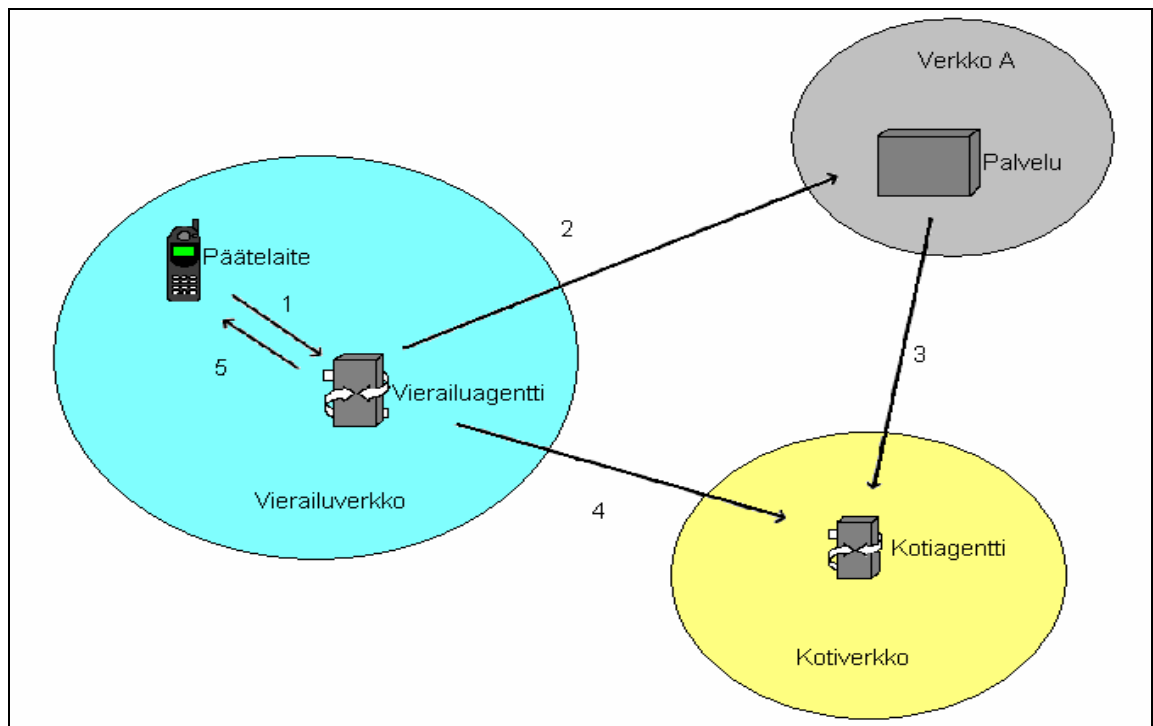
Mobiili IPv4

IP-osoitteista on pulaa jo nyt. Mobiiliverkkojen muuttuessa koko ajan yhä enemmän IP-pohjaisiksi, paine osoiteavaruuden kasvattamiseen lisääntyy.

IP-protokolla on alun perin suunniteltu siten, että laitteiden oletetaan pysyvän paikallaan. Näin ei asia kuitenkaan ole mobiiliverkoissa. Monia eri tekniikoita on kehitetty tukemaan IP-päätelaitteita. Mobiili IPv4 on saavuttanut standardin aseman. [21, s. 11.]

Kannettavien tietokoneiden yhteydessä tuli ensimmäisenä ilmi tarve IP-päätelaitteiden liikkuvuuteen, koska tietokoneiden piti toimia monissa eri verkoissa. Mobiili IPv4 on kehitetty ratkaisemaan IP-laitteiden siirtyvyyden ongelmia. Ideana on, että jokaisella päätelaitteella on kaksi IP-osoitetta. Toinen osoitteista on niin sanottu kotiosoite ja toinen vierailuosoite. Kotiverkossa päätelaitteella on kotiagentti, jonka avulla liikenne tunneloidaan päätelaitteelle sen ollessa eri verkossa. Kun päätelaite on kotiverkossa, liikenteen tunnelointi hoidetaan koti-osoitetta käyttäen. Päätelaitteen siirtyessä toiseen verkkoon, se hankkii vierailuosoitteen vierailuagentilta. Päätelaite ilmoittaa tämän jälkeen vierailuosoitteen kotiagentilleen. Tieto, joka tulee päätelaitteelle, kulkee laitteen kotisoitteeseen sen kotiverkossa. Kotiagentti tunneloi paketit kotiverkossa vierailuagentille, ja vierailuagentti taas ohjaa tiedon päätelaitteelle. [21, s. 11 - 12.]

Kuvassa 2 on havainnollistettu Mobiili IPv4:n toiminta sellaisessa tilanteessa, jossa päätelaite vieraillee kotiverkkonsa ulkopuolella. Tässä esimerkissä päätelaite käyttää kolmannessa verkossa olevaa palvelua tekemällä esimerkiksi sivuhaun. Päätelaitteen lähettäessä palvelupyynnön pyyntö kanavoidaan yleensä vierailuagentin (1) kautta palvelulle (2). Pyyntö tulee palvelun näkökulmasta päätelaitteen kotiosoitteesta, joten esimerkiksi haettu WWW-sivu lähetetään päätelaitteen kotiosoitteeseen (3). Reitinpäivitysilmoituksen perusteella kotiagentti tietää päätelaitteen sijainnin. Kotiagentti ottaa vastauksen vastaan ja tunneloi sen päätelaitteelle vierailuagentin kautta (4, 5). Päätelaite on siis aina tavoitettavissa Mobiili IP:n avulla ainakin laitteen kotiosoitteesta. [21, s. 12.]



Kuva 2. Esimerkki Mobiili IPv4:n toiminnasta [21, s. 12]

Tämän ratkaisun ongelmana on epäihanteellinen, niin sanottu triangelireititys. Tämä tarkoittaa sitä, että päätelaitteelle tuleva tieto joutuu kulkemaan kotiagentin kautta. Siirtyessään paikasta toiseen päätelaite hankkii uuden osoitteen vierailuagentilta ja ilmoittaa uuden osoitteen kotiagentilleen. Osoitteen siirtyminen Mobiili IP:ssä kestää jonkin aikaa, joten tämä ratkaisu ei sovellu tilanteisiin, joissa vaaditaan saumatonta solusta toiseen siirtymistä katkoksettomasti. [21, s. 12 - 13.]

5.1.4 Neljännen sukupolven ympäristön mukautuvuus

4G-verkon eri osilta vaaditaan huomattavaa mukautumiskykyä, jotta käytön helppous ja itse verkko voitaisiin toteuttaa. Päätelaitteilta vaaditaan kykyä olla yhteydessä moniin eri verkkoihin ja valita aina paras saatavilla oleva yhteys. Koska neljännen sukupolven verkoilta vaaditaan suurta joustavuutta, tämä aiheuttaa monenlaisia haasteita ja ongelmia. [21, s. 17.]

Verkkojen mukautuvuus

Mobiiliverkot tulevat kehittymään uuden sukupolven myötä älykkäämmiksi. Verkon pitää mukautua moniin käyttötilanteisiin sekä käyttöasteisiin. Erilaisten palveluiden tehokas tukeminen edellyttää, että verkko tukee normaalin liikenteen lisäksi myös mahdollisimman tehokkaita monilähettyksiä ja yleislähettyksiä. Verkon sekä sovellusten on otettava huomioon päätelaitteiden ominaisuuksien vaihtelut. [21, s. 18.]

Koska 4G-verkko tulee olemaan entistä enemmän IP-pohjainen, on haasteena saada ohjattua liikenne oikealle tukiasemalle ja mahdollistaa päätelaitteiden sulava siirtyminen solusta toiseen. Tietyille päätelaitteelle menevä tieto tulee pystyä lähettämään monelle päätelaitteen lähettyvillä olevalle tukiasemalle. Tukiasemilla voidaan mahdollisesti joutua myös puskuroimaan päätelaitteille menevää tietoa. [21, s. 18.]

Sekä verkkojen että päätelaitteiden tulee tehdä yhteistyötä kulloinkin sopivimman verkon valitsemiseksi. Verkon valinnalle voi olla useita vaatimuksia. Vaatimuksena voi olla esimerkiksi tarvittava nopeus tai käytettävän verkon hinta. Niin sanottu mukautuva resurssinhallintajärjestelmä (Adaptive Resource Management, ARM) ohjaa verkkojen mukautuvuutta. [21, s. 18.]

Resurssinhallintajärjestelmän tehtävänä on valvoa sekä hallita verkkoa. ARM hallitsee ja valvoo muun muassa verkon kapasiteettia, tehonkäyttöä sekä mahdollisesti myös joitakin kustannuslaskelmia. Myöhemmin resurssinhallintajärjestelmän tehtävät tulevat lisääntymään ja verkon hallinta tulee olemaan monimutkaisempaa kuin aiemmin. [21, s. 18.]

Päätelaitteiden mukautuvuus

Päätelaitteilta vaaditaan kommunikointikykyä eri teknologioilla toteutetuissa verkoissa sekä monella eri taajuudella. Tuettavia verkkoja on kymmeniä, koska päätelaitteiden tulee kyetä käyttämään sekä uusia neljännen sukupolven että vanhoja toisen ja kolmannen sukupolven verkkoja. Näiden verkkojen lisäksi on tuettava myös langattomat lähiverkot ja paikalliset verkot. [21, s. 18.]

Nykyisissä kaksitaajuus- tai kolmitaajuus-mobiilipäätelaitteissa on useampi tietyn yhteyden toteuttava piiri. Näin ollen laitteet pystyvät toimimaan kahdessa eri tekniikalla toteutetussa verkossa. Niin sanotut ASIC-piirit (Application-Specific Integrated Circuit) ovat rakennettu tiettyä radioyhteyttä varten. Piirit ovat halpoja ja nopeita, mutta kykenevät toteuttamaan kerrallaan ainoastaan radioyhteyks-standardin. Koska päätelaitteet tulevat pienenemään entisestään, on kymmenien ASIC-piirien asentaminen päätelaitteisiin mahdotonta. Näitä piirejä ei voida myöskään päivittää tukemaan uusia teknologioita. [21, s. 19.]

Päällekkäisverkon käyttö olisi yksi ratkaisu. Tässä tekniikassa päätelaite ottaa ensin yhteyden sovitulla radioyhteystekniikalla toteutettuihin universaaleihin päätepisteisiin, jonka jälkeen nämä liityntäpisteet hoitavat radioyhteyden muunnokset ja valitsevat käytettävissä olevista verkoista parhaan. Ongelmana on, että päällekkäisverkkojen rakentaminen on kallista ja hankalaa. Verkkojen ylläpito vaatii myös huomattavia kustannuksia. Toisaalta päätelaitteet pysyisivät tämän ratkaisun ansiosta mahdollisimman yksinkertaisina. Näin ollen uusien verkkoteknologioiden ottaminen käyttöön olisi käyttäjien kannalta helppoa, koska ei tarvittaisi päätelaitemuutoksia. [21, s. 19.]

Todenmukaisempi ratkaisu olisi käyttää päätelaitteissa ohjelmistopohjaista radiota. Ohjelmistopohjaisen radion sisältävissä päätelaitteissa radioyhteyden toteuttava osa on uudelleenohjelmoitava signaalinkäsittelypiiri. Piiri toteuttaa kulloinkin vaaditun radioprotokollan ohjelmallisesti. Hyvänä puolena tässä ratkaisussa on se, että uuden radioteknologian tukeminen vaatii päätelaitteelta ainoastaan ohjelmistopäivityksen. Päivitys voitaisiin suorittaa esimerkiksi SIM-

kortilta. Toinen tapa päivittää ohjelmisto, olisi käyttää jo jotain olemassa olevaa radioyhteyttä ja näin ladata päivitys suoraan verkosta. [21, s. 19 - 20.]

Ohjelmistopohjaisten radioiden käyttö päätelaitteissa tukisi helposti hyvin monia eri radioyhteysstandardia. Myös uusien standardien tukeminen olisi mahdollista päivittämällä ohjelmisto. Ohjelmistopohjaisten radioiden käyttö on vielä kuitenkin kallista ja hidasta verrattuna ASIC-piirien käyttöön. [21, s. 20.]

Ohjelmistojen mukautuvuus

Mobiiliverkkoihin kytkettävien päätelaitteiden monimuotoisuus kasvaa ja samoja palveluita on pystyttävä käyttämään erilaisilla päätelaitteilla. Päätelaitteiden monikirjoisuus tulee vaihtelevaan neljännen sukupolven verkoissa PC-tasoisista, suurinäyttöisistä laitteista sellaisiin sulautettuihin päätteisiin, joissa ei ole näyttöä. Ohjelmistojen pitää mukautua käytettävissä olevaan laiteympäristöön automaattisesti. [21, s. 20.]

Koska päätelaitteiden koko pienenee koko ajan, voidaan puhua päälle puettavista mobiilipäätelaitteista. Verkossa palveluita tarjoavien ohjelmistojen tulee mukautua hyvin käyttöympäristöönsä, johtuen päätelaitteiden ja verkkojen eroavaisuuksista. Päätelaitteiden eroavaisuuksista on otettava huomioon esimerkiksi näytön koko, joka vaihtelee suurista pieniin eri laitteissa. Näin ollen palvelut täytyy mukauttaa mahdollisimman hyvin toimiviksi erilaisissa käyttöympäristöissä. [21, s. 20.]

Seuraavassa luvussa käsitellään monikanavajakelumallin sekä monipalveluverkon käsitettä. Myös verkon toimintoja ja palveluita on tarkasteltu. Monikanavajakelumalli ei ole täysin enää pelkkä tulevaisuuden visio, vaan sitä on aloitettu jo toteuttaa.

5.2 Monikanavajakelumalli

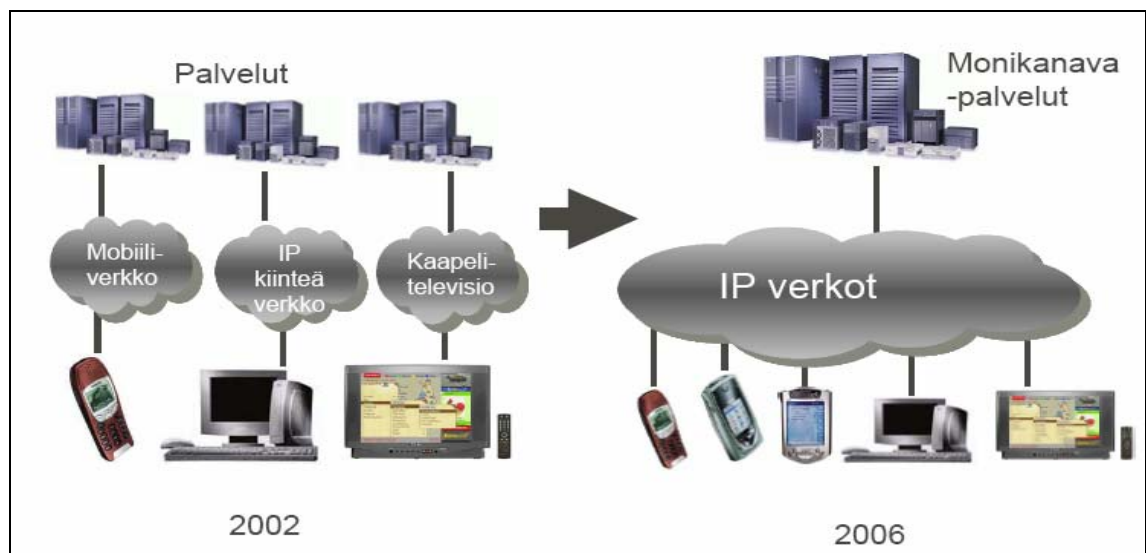
Monikanavajakelumalli on tulevaisuuden kehityssuuntana. Tämä tarkoittaa sitä, että tieto on käytettävissä useissa eri päätelaitteissa ja sovelluksissa. Moni-

palveluverkossa on mahdollista viestiä henkilöiden, sovellusten sekä laitteiden välillä. Laitteen tyypillä tai käyttäjän olinpaikalla ei ole merkitystä. [3.]

Eri tahojen tiedostot ja dokumentit pyritään suunnittelemaan ja toteuttamaan siten, että ne ovat käytettävissä monissa eri ohjelmissa. Laite- sekä ohjelmistosisonnaisuutta yritetään karsia tällä tavalla. [3.]

5.2.1 Monipalveluverkko

Monipalveluverkolla tarkoitetaan samassa tietoliikenneyhteydessä olevaa Internetyhteyttä ja muita tietoliikenneyhteyksiä. Monipalveluverkko on mahdollista toteuttaa nopeilla laajakaistateknologioilla. Tällaisessa verkossa ovat käytettävissä muun muassa IP-TV, puhelinliikenne, valvontakamerat, erilaiset anturit ja mittarit. Anturit ja mittarit voivat mitata etäisesti esimerkiksi kiinteistön lämpötilaa ja kosteutta. [3.] Kuvassa 3 on esitetty monikanavaisten palveluiden tilanne vuonna 2002 sekä tulevaisuuden näkymä vuonna 2006.



Kuva 3. Tulevaisuuden monikanavaiset palvelut [22, s. 13]

Kun käytetään monipalveluverkkoa, vältetään useat kaapeli-asennukset sekä eri toimintojen ja palveluiden siirtoteiden käyttö. Näin ollen tietoliikennekustannukset pienenevät kiinteistöissä ja samalla yhteydet yksinkertaistuvat. Useat eri palvelut kuuluvat monipalveluverkkoon. Erilaiset Internetin palvelut, kuten Internetissä surffailu, sähköpostien lukeminen ja lähettäminen, erilaiset

keskustelut ja uutisryhmät ovat osa monipalveluverkkoa. Verkko tuo tullessaan myös muita palveluita. Esimerkkinä muista palveluista ovat VoIP-puhelut, IP-TV, IP-radio sekä kuvapuhelin. [3.]

5.2.2 Monipalveluverkon palveluita

VoIP

TV, puhelut, tietoliikenne sekä muut vastaavanlaiset teknologiat yhdistyvät monipalveluverkossa yhdeksi infrastruktuuriksi. Verkossa etenevät bitit voivat kuljettaa verkossa melkein mitä tahansa. Esimerkiksi puhelut liikkuvat verkossa samalla tavalla kuin web-sivut tai sähköpostiviestit. Tämä mahdollistaa sen, että puhelut ovat ilmaisia verkon sisällä. On olemassa erityisiä VoIP-puhelimia ja tietokoneita, joita käytettäessä saadaan käyttöön VoIP:n mahdollistamat lisäpalvelut. Tällä tekniikalla on mahdollista siirtää myös kuvaa, videokuvaa sekä muuta dataa. VoIP-puheluita voi soittaa myös vanhalla puhelimella, mutta tällöin lisäpalveluita ei ole mahdollista käyttää. [3.]

IP-TV

IP-TV eli digi-TV mahdollistaa tarkan liikkuvan kuvan ja äänen siirtämisen. Tämä tekniikka mahdollistaa myös TV-kanavien siirtämisen verkon avulla. Lähetysten vastaanottamiseen tarvitaan Set-top-box-päätelaite, joka asennetaan IP-verkon ja television väliin. Nopeat verkot mahdollistavat IP-TV:lle hyvän paluuliikenteen, josta johtuen interaktiiviset ja reaaliaikaiset toiminnot ovat mahdollisia. Oman kaistan käyttö verkossa takaa sen, että muilta palveluilta ei viedä kaistaa. [3.]

IP-radio

Hyvälaatuisen äänen kuljettaminen nopeassa verkossa on mahdollista. Internetissä on sekä hyvä- että huonolaatuisia radioasemia kuultavana. 128 kbit/s nopeudella kulkeva ääni kuulostaa Internet-radiossa melko hyvältä. Monipalveluverkon sisällä toimivat radioasemat voivat olla vielä parempilaatuisia, ja ne voi-

vat tuottaa erilaisia interaktiivisia palveluita verkon salliessa sekä tulo- että paluusuuntaisen liikenteen. [3.] IP-radiossa on käytössä niin sanottu streaming-tekniikka, joten radiosta kuultava ääni ei ole siis reaaliaikaista.

Streaming on tekniikka, joka on kehitelty ratkaisemaan suurikokoisten ääni- ja videotiedostojen aiheuttamaa ongelmaa. Tiedostoa, joka toteutetaan streaming-tekniikalla, aletaan toistaa ennen kuin se on edes kokonaan latautunut. Loppuosa äänitiedostosta ladataan katselun aikana. [23.]

Kuvapuhelin

Monipalveluverkossa on myös mahdollista soittaa kuvapuheluita. Kuvapuhelin voi olla erillinen kuvapuhelin, se voi toimia tietokoneella tai olla television yhteydessä. Videoneuvottelu toimii samalla tavoin. Kuvayhteyden muodostamiseen tarvittavat laitteet saadaan hankittua pienillä kustannuksilla. [3.] Kuvapuhelin sekä videoneuvottelut ovat jo nykypäivää. IP-radion tavoin myös kuvapuhelin-tekniikassa on käytössä streaming.

6 KAINUUN LANGATTOMAN LAAJAKAISTAVERKON TULEVAISUUS

Haja-asutusalueille on tyypillistä, että laajakaistatarjonta on heikkoa, koska rakennus- ja ylläpitokustannukset ovat moninkertaisia taajamiin verrattuna. Tämä taas johtuu siitä, että asutus on harvaa. Näin ollen liittymätiheys ja rakennuskustannukset eivät houkuttele verkko-operaattoreita tarjoamaan laajakaistaa haja-asutusalueille.

Langattoman laajakaistaverkon suunnittelu pohjautuu Heikki Keräsen ja Petteri Pyrrön vuonna 2004 tekemään selvitystyöhön laajakaistayhteyksien tarjonnasta Kainuussa [1]. Tässä luvussa on esitelty laajakaistatarjonnan nykytilanne sekä suunniteltu lähinnä haja-asutusalueiden tulevaisuuden laajakaistatarjontaa.

6.1 Tämänhetkinen laajakaistatarjonta Kainuussa

TeliaSonera ja Kajaanin Puhelinosuuskunta ovat kaksi Kainuussa toimivaa verkko-operaattoria. Näillä operaattoreilla on olemassa omaa infrastruktuuria sekä laajakaistatarjontaa. Lisäksi Vaalan taajama-alueella laajakaistapalveluja tarjoaa Oulun Puhelinosuuskunta. Kajaanin Puhelinosuuskunta on rakentanut 90-luvulla optisen runkoverkon, joka ulottuu kaikkien kuntien keskuksiin. [1.]

Suomessa satelliittiyhteyksiä tarjoavat Tiscali Oy ja Dopaz Oy. Vähäisen kysynnän takia Dopaz Oy ei tarjoa kuluttajatuotteita tällä hetkellä. Sekä Tiscali Oy että Dopaz Oy tarjoavat muutamaa tuotteistettua yhteysvaihtoehtoa. [1.]

Muutamia kokeiluluontoisia kohteita langattomista WLAN-, WLL- ja WiMAX-yhteyksistä on jo olemassa, mutta muuten niitä ei ole vielä yleisesti tarjolla. WLAN-yhteyksiä ei tulla operaattoreiden mukaan laajentamaan, koska pilotti-kohteista ei ole saatu tarpeeksi hyviä kokemuksia. Etelä-Savossa RaJuPuSu-seutukunnan alueella on laajin langaton laajakaistaverkko. [1.]

RaJuPuSu

Useissa harvaan asutuissa kylissä ollaan vielä hitaiden modeemiyhteyksien varassa. Langattomista tekniikoista voisi löytyä mahdollisuus tasa-arvoisen tietoyhteiskunnan luomiseen. RaJuPuSu -yhtymä koostuu eteläsavolaisista kunnista, joita ovat Rantasalmi, Juva, Joroinen, Puumala sekä Sulkava. Yhtymän tavoitteena on, että lähes kaikilla Etelä-Savon alueen talouksilla olisi mahdollisuus liittyä laajakaistaverkkoon vuoteen 2007 mennessä. [24.]

Valokaapelin virittäminen haja-asutusalueille oli taloudellisesti mahdotonta, joten langattomien yhteyksien kokeilu aloitettiin. Puumala oli ensimmäinen pilottikohde. Kirkonkylän tuntumaan on rakennettu langattoman ja kiinteän verkon tukiasema, joka lähettää sekä vastaanottaa dataa noin 15 kilometrin säteellä tukiasemasta. Langattomana teknologiana käytetään WLL-tekniikkaa. Kokeilussa on ollut mukana yhteensä viisi kotitaloutta ja yritystä. Kokemukset ovat olleet positiivisia. [24.]

Nykytilanne ja tulevaisuus kunnittain

Laajakaistapeitto on tällä hetkellä Kainuussa noin 80 prosenttia väestön ja asuntojen määrän perusteella mitaten. Laajakaistapeitto sisältää kaikki tarjolla olevat laajakaistayhteystekniikat. Näitä tekniikoita ovat ADSL, WLL ja WLAN. Satelliittiyhteyden peittoalue on Kainuussa 100 prosenttia. [1.]

Heikki Keräsen ja Petteri Pyrrön tekemän selvityksen [1] mukaan WiMAX-laajakaista voisi olla yhtenä osana Kainuun laajakaistayhteyksien toteutuksessa tulevaisuudessa. He ovat käyttäneet tausta-aineistona selvityksessä asuntojen määrää, jotta tarvittavien sektoreiden minimimäärä on voitu laskea. Sektorit ovat kooltaan 60 astetta ja 15 kilometriä. Sektorit on suunnattu kustakin tukiasemasta sellaisille alueille, joissa on asutusta. Nämä sektorit edustavat siis niitä alueita, joissa laajakaistayhteys olisi mahdollista toteuttaa WiMAX-tekniikalla.

Hyrynsalmella laajakaistaa tarjotaan lähinnä taajamassa sekä taajaman lähellä sijaitsevassa Kangaskylässä. Laajakaistan peittoalue Hyrynsalmella on tällä hetkellä noin 60 % väestöstä. Peittoaluetta olisi mahdollista laajentaa noin 91 prosenttiin ADSL-tekniikan avulla. Hyrynsalmen alueella on sekä helposti että vaikeasti toteutettavissa olevia alueita ADSL-laajakaistan suhteen. Keräsen ja Pyrrön selvityksen mukaan WiMAX-tekniikalla voitaisiin laajakaistatarjonta saada 95 prosentille väestöstä. [1.]

Kuhmossa ADSL-tekniikalla toteutettua laajakaistaa on tarjolla keskustan alueella ja viereisillä kyläalueilla. Laajakaistapeitto on tällä hetkellä Kuhmossa noin 70 % väestöstä. Kuhmossa sijaitsevan Lentuan kylän alueella laajakaista on toteutettu WLL-tekniikalla. Alueet, joissa ei ole lainkaan laajakaistatarjontaa, olisi joko helposti tai vaikeasti toteutettavissa ADSL-tekniikalla. WiMAX-tekniikalla laajakaistapeitto saataisiin nostettua 97 prosenttiin. [1.]

Paltamossa laajakaistatarjonta koostuu ADSL-tekniikasta, joka peittää noin 72 % väestöstä. Paltamossa on lijarveä lukuun ottamatta alueita, joissa laajakaista voitaisiin toteuttaa suhteellisen helposti ADSL-tekniikalla. Tällöin laajakaistapeitto nousisi 96 prosenttiin. Paltamon kaikissa kylissä olisi laajakaista mahdollista toteuttaa WiMAX-tekniikalla, jolloin jo olemassa olevan laajakaistatarjonnan huomioon ottaen peittoalue olisi 99 %. [1.]

Puolangalla laajakaistatarjonta kattaa noin 61 % väestöstä. Laajakaista on toteutettu ADSL-tekniikalla Puolangan keskustassa ja sen lähialueilla. Muutamaa aluetta lukuun ottamatta ADSL-tekniikalla helposti ja vaikeasti toteutettavia alueita on Puolangalla. Jos näillä alueilla laajakaista toteutettaisiin ADSL:llä, olisi peittoalue 86 %. WiMAX-tekniikalla olisi toteutettavissa lähes kaikki Puolangan kylät. Laajakaistapeitto olisi 93 % väestöstä. [1.]

Ristijärvellä laajakaistapeitto on tällä hetkellä 53 %. Kunnan laajakaistatarjonta koostuu ADSL-tekniikasta, jota on keskustassa ja keskustan läheisillä alueilla. Ristijärvellä on alueita, jotka jäävät kokonaan vaille laajakaistaa. Suurin osa näistä alueista olisi helposti saatavissa laajakaistan piiriin ADSL-tekniikalla.

Tällöin laajakaistapeitto olisi 92 %. WiMAX-tekniikalla ja jo olemassa olevalla tekniikalla laajakaistapeitto olisi 97 % väestöstä. [1.]

Sotkamon kunnassa laajakaistapeitto on tällä hetkellä noin 67 % väestöstä. Laajakaistatarjontaa on olemassa Sotkamo-Vuokatin taajamassa sekä näiden alueiden lähistöllä. Myös Parkua-Kontinjoen alueella on laajakaista olemassa. Sotkamossa on sekä helposti että vaikeasti ADSL-tekniikalla toteutettavia alueita. Jos myös nämä alueet katettaisiin ADSL-laajakaistalla, olisi laajakaistapeitto tällöin 96 % väestöstä. WiMAX-tekniikalla olisi laajakaistapeitto saata-
vissa 98 prosenttiin. [1.]

Suomussalmella laajakaistaa on tarjolla 61 prosentille väestöstä. Laajakaistatarjonta kattaa Suomussalmen ja Ämmänsaaren taajamat, sekä lähes kokonaan Pesiönlahden alueen. Suomussalmella jää monia kyliä täysin laajakaistatarjonnan ulkopuolelle. ADSL-tekniikalla olisi mahdollista kattaa 88 % Suomussalmen väestöstä. Suurin osa Suomussalmen kunnasta olisi mahdollista toteuttaa WiMAX-tekniikalla, jolloin laajakaistapeitto olisi 93 %. [1.]

Vaalassa laajakaistatarjontaa on noin 40 prosentille väestöstä. Laajakaistaa on lähinnä keskustassa ja keskustan lähialueilla. Vaalan kylät olisi suurimmaksi osaksi helppo toteuttaa ADSL-tekniikalla. Tällöin laajakaistapeitto kasvaisi 89 prosenttiin. WiMAX-tekniikalla laajakaista kattaisi 99 % väestöstä. [1.]

Vuolijoella kaikki kylät kuuluvat ADSL-tekniikalla toteutettuun laajakaistaan. Laajakaistapeitto on 98 % väestöstä. Osalla kylistä on mahdollisuus valita myös WLL-laajakaista. WiMAX-tekniikalla laajakaistapeitto kasvaisi prosentin verran. [1.]

Kajaanissa laajakaistaa tarjotaan sekä ADSL- että WLL-tekniikalla. Laajakaistapeitto on Kajaanissa tällä hetkellä 98 %. Laajakaistaa on olemassa keskustassa, pohjoisosan kylissä ja länsiosan kylissä. ADSL-tekniikalla olisi helppo toteuttaa alueet, joilla ei ole laajakaistaa. Tällöin peittoalue olisi 99%. Kajaanissa on myös alueita, joissa laajakaista on toteutettavissa tai infrastruktuuria ei ole lainkaan olemassa. WiMAX-tekniikalla voitaisiin laajakaista tuoda jokaiselle

alueelle Kajaanissa, jolloin laajakaistan peittoalue olisi muut tekniikat huomioon ottaen 99 %. [1.]

6.2 Digi-tv-verkko laajakaistan jakelukanavana

Digitelevisiolla voisi olla edellytyksiä laajakaistan sekä Internetin jakeluverkoksi. Kuluttajalle tuttu palveluoperaattori voisi tarjota palvelua yhtenä laajakaistaliittymävaihtoehtonaan. Digi-tv-laajakaistapalvelun liikkeellelähtö olisi taloudellisesti edullista toteuttaa alueellisesti, hyväksikäyttäen valmista digi-tv-verkkoa. Digi-tv-laajakaistalle voidaan aluekohtaisesti toteuttaa muutaman megabitin lähetinkohtainen kaistan tarve operatiivisen digi-tv-verkon kautta. Mutta, jos vaaditaan useamman kymmenen megabitin lähetinkohtaista kaistan tarvetta, on rakennettava erillinen verkko. Kuitenkin digi-tv-ratkaisulla olisi teknisesti mahdollista ja suhteellisen joustavaa muodostaa laajakaistayhteys. Ongelmana on, että pitäisi löytyä sopivia palvelupakettien muodostajia. Kuluttajan kannalta on tärkeää, että käyttö ja käyttöönotto olisivat mahdollisimman helppoa ja edullista. [25.]

Päätelaitteena tässä tekniikassa on tietokone. Päätelaite sisältää tarvittavat myötä- ja paluusuunnan sovitinkortit. Verkkoyhteyden luomiseksi päätelaite sisältää myös palvelun tarvitseman ohjelmiston. Palvelu on kaapelimodeemitekniikan tavoin asymmetrinen. Fyysinen siirtoyhteys on toteutettu myötäsuuntaan samanaikaisten käyttäjien sekä siirtotarpeen mukaan jaetussa digi-tv-kanavassa. Paluusuunta toteutetaan joko kiinteän tai mobiiliverkon modeemilla. Perussovelluksina digi-tv-tekniikassa on Internet, sähköposti sekä tiedostojen lataus. [25.]

Digi-tv-laajakaista olisi yksi mahdollinen ratkaisu haja-asutusalueiden ongelmaan. Ongelmana on, ettei laajakaistatarjonta ulotu vielä kaikkialle missä laajakaistapalveluita tarvittaisiin. Jossakin vaiheessa myös harvaan asutuissa kylissä asuvien ihmisten on hankittava laite (digisovitin), joka toimii kanavana digitaalisiin televisiolähetysiin. Tämä laite toisi haja-asutusalueille mahdollisuuden liittyä laajakaistaverkkoon. Tällä tavalla saataisiin laajennettua samalla laajakaistapeittoa.

6.3 Hybridimalli Kainuun laajakaistaverkosta

Kainuun kuntien laajakaista tarjonta koostuu tulevaisuudessakin pääosin kiinteästä ADSL-tekniikasta, koska sen infrastruktuuria on jo olemassa kaikkien kuntien alueilla. Alueille, joille laajakaistatarjonta ei vielä ulotu, suunnitellaan langattomista tekniikoista ADSL:ää täydentävä malli. Hybridimalli tulisi sisältämään ADSL:n lisäksi WLL- ja satelliittitekniikkaa. WLL-tekniikka on valittu tähän malliin, koska siitä on ollut hyviä kokemuksia Etelä-Savon haja-asutusalueilla. WLL-tekniikkaa on jo osittain olemassa muutamalla Kainuun kunnan alueella.

Toisaalta mallissa voisi olla WLL-tekniikan tilalla WiMAX-tekniikka, koska WiMAX-tekniikassa näköyhteys ei ole välttämätöntä tukiaseman ja antennin välillä. Myös peittoalue olisi parempi WiMAX-tekniikassa. Mallissa voitaisiin käyttää myös molempia ratkaisuja, sen mukaan kuinka suurta peittoaluetta tarvitaan tai onko tukiaseman ja antennin välillä näköesteitä.

Taloudellisia syitä olisi tietysti myös tutkittava, kun tehdään valintaa WLL:n ja WiMAX:n välillä. Satelliittitekniikan valintaperuste on sen 100 prosentin peittoalue kaikilla Kainuun kuntien alueilla. Satelliittitekniikalla varmistettaisiin, että jokaiseen haja-asutusalueen talouteen saadaan laajakaista.

Digi-tv-verkon hyväksikäyttö tulevaisuudessa laajakaistapalveluiden tarjontaan toisi helpotuksen Kainuunkin haja-asutusalueiden ongelmaan. Digi-tv-verkon on kuitenkin vielä kehityttävä paluukanavan suhteen, koska se on vielä suuri ongelma. Tämän hetken paluukanavavaihtoehdot ovat liian kalliita kuluttajien kannalta. Muuten tämä tekniikka olisi erittäin hyvä vaihtoehto laajakaistayhteyden muodostamiselle. Laajakaistamallissa tulisi siis ottaa huomioon digi-tv-verkon tuomat mahdollisuudet, vaikka sitä ei voitaisikaan vielä täysin hyödyntää.

Toivottavasti digiverkon paluukanava-ongelmaa tutkitaan ja kehitetään tulevaisuudessa siten, että siitä voitaisiin tehdä yksi vakavasti otettava laajakaistaa tarjoava kanava. Tätä kehitystä odoteltaessa ovat kuluttajat luultavasti jo hankineet digisovittimen mahdollistaakseen television katselun jatkossakin. Tällöin kuluttajien ei tarvitse enää hankkia erillistä laitetta laajakaistaa varten.

Digi-tv-tekniologia tuo haja-asutusalueiden asukkaille mahdollisuuden liittyä laajakaistaverkkoon edullisesti. Tällä hetkellä alueilla, joilla laajakaistayhteydet ovat vaikeammin toteutettavissa, joutuvat käyttäjät maksamaan yhteyksistään huomattavasti muita enemmän. Haja-asutusalueet saadaan näin kaupunki-alueiden kanssa tasavertaisiksi, koska digi-tv-verkko ulottuu kaikille alueille.

WLL-tekniikkaa käytetään Etelä-Savon mallin mukaan Kainuussakin. Sekä WLL- että ADSL-tukiasemia rakennetaan harvaan asuttuihin kyliin. Eri tilanteista riippuen myös WiMAX-tukiasemia rakennetaan ADSL-tukiasemien tueksi. Nämä tukiasemat lähettävät ja vastaan ottavat dataa riippuen tekniikasta 10 - 15 kilometrin säteellä.

Alueilla, joita ei saada millään laajakaistatekniikalla katettua, voitaisiin ottaa käyttöön satelliittitekniikka. Tästä tekniikasta on olemassa sekä yksi- että kaksisuuntaisia yhteyksiä. Yksisuuntaisessa satelliittitekniikassa paluukanavana toimii joko puhelin- tai GPRS-yhteys, joka saattaa olla turhan kallis käyttäjän kannalta. Kaksisuuntaisessa satelliittitekniikassa yhteys muodostetaan kaksisuuntaisella satelliittilautasella. Satelliittitekniikka on pitkälle kehittynyt teknologia, joka on kustannustehokkain tapa laajakaistayhteyden muodostamisessa erittäin harvaan asutuissa paikoissa.

Käyttäjän kannalta satelliittilautasen ostaminen olisi kertahankinta, jonka jälkeen maksettavana olisi kuukausittaiset yhteismaksut. Kuukausimaksut ovat suunnilleen samaa luokkaa muiden teknologioiden kanssa, mutta laiteinvestoinnit voivat olla este joillekin kuluttajille. Jos on hankkinut jo aikaisemmin satelliitti-televisiopakettin, eivät laiteinvestoinnit ole enää suuria.

Kaiken kaikkiaan Kainuussa on yhteensä vielä 21 prosenttia laajakaistatonta aluetta. Valtaosa näistä alueista on haja-asutusalueilla. ADSL-tekniikka toimii mallissa kiinteänä laajakaistana, koska sitä on olemassa jokaisessa Kainuun kunnassa ainakin jonkin verran. ADSL-tekniikan etuja muihin teknologioihin verrattuna ovat vielä tällä hetkellä alhaiset loppukäyttäjäkustannukset. ADSL kattaa kuitenkin useimmissa kunnissa vain keskustan ja sen ympäristön, joten

kauemmille alueille on laajakaista tuotava muulla tavalla. Kustannukset on otettava huomioon kussakin laajakaistatekniikassa sekä operaattorin että kuluttajan kannalta. Kaikilla tekniikoilla on hyvät ja huonot puolensa, joita on tilanteesta riippuen vertailtava toisiinsa ja valittava tarjolla olevista vaihtoehdoista paras mahdollinen.

7 LANGATTOMAN LAAJAKAISTAN PALVELUT JA HYÖDYT

Nykyään nopeat ja luotettavat tietoliikenneyhteydet ovat ilmeisen tarpeellisia ja tämän tarpeen merkitys tulee vain korostumaan tulevaisuudessa. Palvelut siirtyvät verkkoon yhä kiihtyvässä tahdissa, jolloin tietoliikenneyhteyksien tärkeys korostuu. Koska haja-asutusalueilla yhteyksien saanti on rajattua, tulee alueiden eriarvoisuus konkreettisemmaksi. Palvelut eivät ole niin helposti saatavilla niillä alueilla, joissa laajakaistayhteydet ovat vielä saavuttamattomissa esimerkiksi korkeiden rakennuskustannusten takia. Verkkopalveluiden tarvitsijoita on kuitenkin asuinalueesta huolimatta joka puolella. [3.]

Luonteva sähköpostin käyttö ja postin yhteydessä lähetettävät suuret liitetiedostot vaativat nopeita tietoliikenneyhteyksiä. Valtion sekä kuntien verkkopalveluiden hyödyntäminen on myös etuna laajakaistan käytössä. Sitä mukaa, kun palvelupisteet häviävät fyysisesti, ne siirtyvät verkkoon. Kaupankäynti on siirtynyt nettiin ja yhä useammin asiakasta palvelevat virtuaaliset kauppiaat. Kontaktit oikeiden ihmisten kanssa vähenevät, mutta tuskin koskaan täysin häviävät. Aina on ihmisiä, jotka haluavat käydä keskusteluja kasvoistusten toisten kanssa. Laajakaistasta on myös se hyöty, että verkossa voidaan vertailla tuotteiden hintoja ja ominaisuuksia, sekä tutkia mistä tuotteita on mahdollista saada. Ostaminen suoraan verkosta on tietysti mahdollista. Tietoliikenneyhteyksiä käytetään myös etätöön tekemiseen sekä televisiopalveluihin. [3.]

Palveluita, jotka vaativat suurta tiedonsiirtokapasiteettia ovat esimerkiksi terveydenhuoltoon liittyviä. Näitä palveluita voivat olla muun muassa digitaaliset röntgenkuvat ja videoneuvottelut. Myös muita liikkuvaan kuvaan perustuvia palveluita käytetään. Laajakaista mahdollistaa Internetin käytön, joka on nykyisin yksi suosituimpia tiedonlähteitä. Erilaiset tiedonhakupalvelut auttavat löytämään haettua tietoa, joka voi sisältää myös kuvia ja liitetietoja. [3.]

Langaton laajakaista helpottaa työntekoa, koska työntekijä ei ole enää kiinni työpaikassa tai kotona. Hän voi työskennellä esimerkiksi lentokonetta tai junaa odotellessa. Työntekijä on myös tavoitettavissa toimiston ulkopuolella

esimerkiksi sähköpostin välityksellä. Langattoman laajakaistan käyttö säästää aikaa, kun voidaan tehdä töitä vaikka työmatkojen välillä.

7.1 Kolmannen sukupolven palveluita

Operaattorit toimivat useimmissa palveluissa enemmänkin mahdollistajina kuin palveluntuottajina. Suosituimmat palvelut ovat tällä hetkellä niin sanotut person to person -palvelut. Näitä ovat esimerkiksi tekstiviestit, kuvaviestit ja sähköpostit. Operaattorit tulevat tarjoamaan tulevaisuudessa alustojensa kautta yhä enemmän kauppapaikkoja ja jakelukanavan esimerkiksi kumppaneilleen. Jakelukanavan kautta yhteisille asiakkaille voidaan tarjota, myydä sekä välittää erilaisia mobiilipalveluita ja -tuotteita. Operaattorit voivat myös luoda laskukanavan, jolla myytävät tuotteet laskutetaan. [26.]

7.1.1 Suosituimpia mobiilipalveluita

Soittoäänten sekä erilaisten logojen tilaaminen on suosittua. Nykyään puhelimeen voidaan tilata myös esimerkiksi päivän uutistapahtumat ja sää tiedot. Palveluihin kuuluvat reaaliaikaiset tulostiedot, pelit ja erilaiset hakupalvelut. Kuluttajan kannalta on tärkeää ettei palveluiden hinnat riipu itse käytettävästä teknologiasta, vaan datasiirtopalvelusta. Jatkossa tavallisen Internetin ja mobiili-Internetin raja on yhä vaikeammin määriteltävissä. 3G-palveluissa on olennaisinta se, että ne tehdään yhdessä avoimia rajapintoja hyväksikäyttäen. Avainasemassa ovat siis operaattorit, päätelaitevalmistajat sekä sisältöpalveluntuottajat. [26.]

7.1.2 Yritysten käyttämät palvelut

Liikkuvan työn haasteet ovat olleet yrityksissä jo pitkään konkreettisia. Siksi ensimmäiset kolmannen sukupolven verkkopalveluita käyttävät asiakkaat ovatkin olleet yrityksissä. Koska 3G:n etuja ovat nopeus ja helppokäyttöisyys, mobiilidatan käyttö on suosittua yrityskäyttäjien joukossa. Tarvittavat palvelut ja

sovellukset ovat jo valmiina yrityskäyttäjillä. Sähköposti ja yrityksen sisäisen verkon omat palvelut ovat tyypillisimmät käytettävät sovellukset. [26.]

7.2 Päätelaitekatsaus

Kolmannen sukupolven aikana ehkä suurin ulkoinen muutos on liikkuvan kuvan käytön yleistyminen matkapuhelimissa. Monilla päätelaitteilla voidaan ottaa niin valokuvia kuin videonpätkiä. Näitä voidaan tallentaa sekä lähettää eteenpäin. Päätelaitteilla voidaan käydä videopuheluja ja katsomaan televisiolähettyksiä. Se miten käyttäjät hyödyntävät eri palveluja, näyttää tulevaisuudessa mikä edellä mainituista saa suurimman suosion. [27.]

Datasiirto-ominaisuudet tulevat paranemaan entisestään tulevaisuudessa. Tiedonsiirtonopeus tulee kasvamaan. Nopeuksien kasvamista hyödynnetään etenkin niissä matka- ja korttipuhelimissa, jotka voidaan liittää kannettaviin tietokoneisiin. Internetin käytön osalta tilannetta voidaan verrata modeemi-yhteydestä siirtymistä laajakaistayhteyteen. Jatkossa matkapuhelinliittymät ovat laajakaistayhteyksiä. Laajakaistan nopeus ja vaivattomuus lisäävät huomattavasti liittymän hyödynnettävyyttä sekä käyttötarkoituksia. [27.]

FiCom ry:n toimitusjohtaja Reijo Svento ennustee artikkelissaan, että tulevaisuudessa tiedonsiirtonopeus muuttaa matkapuhelimien käyttötarkoituksia olennaisesti niidenkin käyttäjien osalta, jotka eivät ole olleet edelläkävijöiden joukossa. Reijo Sventon mukaan kännyköistä tulee entistä enemmän elämäämme hallitsevia laitteita kaikkine ominaisuuksineen. Samassa älypuhelimessa yhdistyy puheominaisuuden lisäksi sähköposti, kalenteri, Internet, videopuhelin, videokamera, radio, televisio, tietojen tallennusalusta, muistikirja, esitelmien pitolaite ja niin edelleen. [27.]

7.2.1 Palveluiden ja toimintojen yhdentyminen

Puhelimet toimivat saumattomasti monissa eri verkoissa kulloinkin parhaasta palvelun tarjoavasta verkosta sekä maanosasta riippuen. Konvergenssi eli toimintojen yhdentyminen, kuten kuvassa 4, on muuttumassa pitkän

kehityksen jälkeen todellisuudeksi. Päämääränä päätelaitteiden ja palveluiden käytössä on helppous ja varmuus. [27.]



Kuva 4. Esimerkki konvergenssistä [22, s. 15]

Kuluttajat löytävät itselleen parhaiten sopivat käyttötarkoitukset sekä käyttömuodot uusista laitteista ja palveluista. Päätelaitteet sekä niiden mahdollistamat palvelut tulevat käyttöön sitä mukaa, kun laitekanta uusiutuu. Yleensä yrityskäyttäjät, jotka hyödyntävät palveluita paljon, ovat ensimmäisiä uuden teknologian käyttäjiä. Samaan aikaan yrityskäyttäjien kanssa tulevat sellaiset ihmiset, jotka omaksuvat uuden teknologian jo varhaisessa vaiheessa. Kuitenkin hyvin nopeasti käyttö leviää myös suurempiin käyttäjäryhmiin. Käytön leviämiseen vaikuttaa suuresti päätelaitteiden sekä palveluiden hinnoittelu. [27.]

Asiakkaiden vaatimukset päätelaitteita ja palveluja kohtaan kasvavat koko ajan. Niinpä päätelaitteiden valmistajilla, ohjelmistosuunnittelijoilla sekä palveluntuottajilla on jatkuvana haasteena kehittää uusia parempia sovelluksia vastaamaan käyttäjien tarpeita. Kuvassa 5 on esiteltynä nykyisiä päätelaitteita.



Kuva 5. Nykyiset päätelaitteet [22, s. 19]

7.2.2 WLAN-päätelaitteet

WLAN-päätelaitteisiin kuuluvat muun muassa kannettavat tietokoneet, kämmenmikrot, jotkut kommunikaattorit ja lähitulevaisuudessa myös älypuhelimet.

Kannettavat tietokoneet

Vuonna 2003 kehitettiin Intel Centrino -teknologia, jossa yhdistyy Intel Pentium M -mobiiliprosessori, Intel 855 -sarjan emolevy sekä Intel PRO/Wireless Network Connection WLAN -siru. Tässä kokonaisuudessa on otettu huomioon kannettavien tietokoneiden akun kestävyys ja koneen keveys. Tämän teknologian syntyminen oli yksi merkittävimpiä tapauksia WLAN-teknologiassa. [10, s. 33.]

Kämmenmikrot

PDA-laitteet eli kämmenmikrot perustuvat yleensä Microsoftin Pocket PC- tai Palmsourcen Palm OS -käyttöjärjestelmiin. Sisäänrakennetulla WLANilla varustettuja kämmenmikroja on useita erilaisia. Esimerkkejä kämmenmikroista ovat palmOne Tungsten C, Sony PEG-UX50 CLIE, hp iPAQ h4150 ja Toshiba e800. Kämmenmikroja saa myös erillisellä WLAN-kortilla varustettuna. Microsoftin PC-käyttöjärjestelmistä mainittakoon Windows XP, jossa on melko hyvä WLAN-tuki. Tämä käyttöjärjestelmä osaa automaattisesti hakea ja konfiguroida WLAN-yhteydet. [10, s. 33 - 35.]

Kommunikaattorit

Kommunikaattoreista esimerkkinä on Nokian 9500 kommunikaattori, jonka Nokia toi julki Cannesin 3GSM-messuilla. Tämä kommunikaattori on Wi-Fi-yhteensopiva EDGE-kommunikaattori. Nokian tuki WLAN-tekniikalle on kuitenkin ollut nihkeää. [10, s. 38.]

Älypuhelimet

Älypuhelimilla on potentiaalia nousta yhdeksi suosituimmista WLAN-markkinoiden vetureista. Suurin ongelma WLAN-tekniikan liittämisessä älypuhelimeen on vielä ollut virrankulutus. Mutta tähän ollaan saamassa pian ratkaisuja ellei niitä ole jo ratkaistu. Motorola julkisti ensimmäisen kolmitaajuus-GSM/GPRS älypuhelimensa. Motorola MPx sisältää sisäänrakennetun WLANin. Tämän lisäksi älypuhelimessa on tuki Bluetooth- sekä infrapunatekniikalle. Laite toimii Microsoft Mobile -käyttöjärjestelmällä. [10, s. 35.]

Myös Texas Instruments on kehittänyt oman älypuhelin-alustansa OMAPin. OMAP tulee englanninkielisistä sanoista Open Multimedia Applications Platform. Muiden langattomien järjestelmien lisäksi OMAPin uusimpiin versioihin on mahdollisuus yhdistää WLAN-päätelaite. [10, s. 37.]

7.3 Laajakaistaliittymien hintavertailua

Seuraavana on esitetty Kuluttajaviraston tekemä laajakaistaliittymien hintavertailu. Selvityksessä on mukana kaikki Suomen läänit, mutta tässä työssä on nähty tarpeelliseksi tuoda esille ainoastaan Oulun läänistä tehty hintavertailu. Oulun läänin laajakaistaliittymien hintoja on kuitenkin verrattu muiden läänien hintoihin. Laajakaistaliittymien hintoja on tarkasteltu myös käymällä eri operaattoreiden Internet-sivuilla.

7.3.1 Kuluttajaviraston tekemä hintavertailu

Kuluttajavirasto on tehnyt yhdessä lääninhallitusten kanssa selvityksen marraskuussa 2004 laajakaistahinnoista Suomessa [28]. Tarjonta on monipuolistunut ja kysyntä on lisääntynyt. Selvityksessä kävi ilmi, että laajakaistaliittymien hinnoissa on edelleen suuria eroja. Laajakaistaliittymien hintavertailuun osallistui 52 palveluntarjoajaa.

Liittymämaksuihin vaikuttavat oleellisesti liittymän nopeusluokka sekä tekninen toteutustapa. Kuluttajaviraston mukaan Suomessa markkinoitavista kuluttajaliittymistä viidennes on nopeudeltaan enintään 256 kbit/s.

Selvityksen perusteella enemmistö markkinoilla olevista laajakaistaliittymistä eli noin 86 % on ADSL-liittymiä. 8 % liittymistä on erilaisia kaapelimodeemiliittymiä ja langattomia laajakaistaliittymiä (WLAN) on 4 %. Noin 2 % liittymistä perustuu muihin DSL-tekniikoihin ja datasähköön. [28.]

Kiinteähintaisen ADSL-liittymän käyttö, jonka nopeusluokka on 256 kbit/s, maksaa kuluttajalle keskimäärin 31 euroa kuukaudessa. Kun käytetään 512 kbit/s nopeusluokassa olevaa liittymää, sen kuukausimaksu on keskimäärin 38 euroa ja yhden megabitin (1024 kbit/s) ADSL-liittymä maksaa keskimäärin 49 euroa kuukaudessa. Kahden megabitin (2048 kbit/s) liittymä maksaa kuukaudessa keskimäärin 63 euroa ja neljänmegabitin liittymä 95 euroa. [28.]

Kuluttajavirasto on edellisen kerran vertaillut laajakaistaliittymien hintoja vuosien 2003 - 2004 -vaihteessa. Liittymien hinnat ovat laskeneet melko paljon edellisestä vertailuajankohdasta. Vähintään kahden megabitin ADSL-liittymien kuukausimaksut ovat laskeneet noin 40 % kymmenessä kuukaudessa. Myös hitaammissa ADSL-liittymissä hinnat ovat laskeneet noin 20 - 30 %. Alle puolen megabitin kaapeliliittymien hinnat ovat laskeneet noin 29 %. Langattomien WLAN-liittymien hintataso on taas osittain noussut kymmenen kuukauden aikana. [28.]

Kuluttajavirasto on laatinut taulukon 1, jossa on esitelty nopeusluokittain keskeisimpien yhteystekniikoiden hintojen muutoksia kymmenen kuukauden välillä. Taulukkoon kerättyjen liittymähintojen muutokset näkyvät sekä absoluuttisina arvoina että prosentteina.

Taulukko 1. Keskeisimpien yhteystekniikoiden kuukausihintojen muutokset [28].

ADSL	loka.04	tammi.04	muutos, abs.	muutos, %
256 kbit/s	31,25 €	43,52 €	-12,27 €	-28 %
512 kbit/s	38,14 €	49,58 €	-11,44 €	-23 %
1024 kbit/s	49,45 €	65,81 €	-16,36 €	-25 %
2048 kbit/s	63,80 €	102,66 €	-38,86 €	-38 %
4096 kbit/s	95,06 €	152,57 €	-57,51 €	-38 %

Kaapeli	loka.04	tammi.04	muutos, abs.	muutos, %
alle 512 kbit/s	26,90 €	38,10 €	-11,20 €	-29 %
512-alle 1024 kbit/s	32,95 €	44,36 €	-11,41 €	-26 %
1024 kbit/s	42,00 €	54,97 €	-12,97 €	-24 %
2048 kbit/s	49,25 €	51,50 €	-2,25 €	-4 %

Wlan	loka.04	tammi.04	muutos, abs.	muutos, %
alle 512 kbit/s	27,00 €	29,00 €	-2,00 €	-7 %
512-alle 1024 kbit/s	34,92 €	34,00 €	0,92 €	3 %
1024 kbit/s	44,51 €	38,43 €	6,08 €	16 %
2048 kbit/s	61,00 €			

Taulukkoa tarkastelemalla huomataan, että kymmenessä kuukaudessa laajakaistaliittymien hinnat ovat laskeneet huomattavasti. ADSL-liittymissä ihmeellistä on se, että kahdeksan megabitin yhteys on neljän megabitin yhteyttä halvempi. Kuten jo aiemmin on mainittu, WLAN-yhteyksien kuukausihinnat ovat

osittain kohonneet. Kuitenkin esimerkiksi Oulussa saa halvimmillaan Netplazan tarjoamana WLAN-yhteyden 15 euron kuukausihintaan. Liitteessä A on Kuluttajaviraston laatima taulukko 2, jossa on esitetty, miten laajakaistaliittymien avausmaksut sekä kuukausihinnat jakaantuivat eri nopeusluokissa Oulun läänissä viime vuoden marraskuussa. [28.]

7.3.2 Eri operaattoreiden tarjoamat laajakaistaliittymät

Laajakaistaliittymien hintavertailussa on otettu huomioon ainoastaan suosituimpiin yhteystekniikoihin perustuvien liittymien hinnat. Hintoja on kerätty muun muassa Dna Finlandin, Soneran, Saunalahden ja Elisan kotisivuilta. Kaikki liittymät ja hinnat eivät välttämättä ole voimassa Kainuun alueella.

Saunalahti ADSL

Saunalahden kotisivuilla on esitetty ADSL -liittymän kuukausimaksut eri nopeuksille. Kuukausihinnat on kerätty taulukkoon 3.

Taulukko 3. Saunalahti ADSL -liittymän kuukausihinnat

Nopeus sisään/ulos	Kuukausimaksu
256/256 kbit/s	19,90 €
512/512 kbit/s	24,50 €
768/768 kbit/s	30,00 €
1 Mbit/s / 768 kbit/s	32,00 €
2 Mbit/s / 768 kbit/s	42,00 €

Liittymätilauksen yhteydessä voi tilata Saunalahden ADSL-asennuspaketin. Asennuspaketteja on kahta erilaista tyyppiä. Toiseen 129 euron hintaiseen asennuspakettiin kuuluvat ADSL-päätelaite, Internet-yhteys, sähköpostiohjelma sekä virussuojaus. Mahdolliset sisäverkkotyöt tai tietokoneeseen asennettava verkkokortti eivät kuulu paketin hintaan.

Toinen, 249 euron hintainen asennuspaketti on langaton. Pakettiin kuuluvat päätelaite, langaton verkkokortti, Internet-yhteys, sähköpostiohjelma, virussuojaus, asennus käyttövalmiiksi sekä testaus.

Edellä mainitut kuukausimaksut ja asennuspakettien hinnat ovat voimassa vain tietyillä ADSL-saatavuusalueilla. Kainuu ei kuulu tähän alueeseen.

Saunalahti Kotikiinteä

Kiinteässä liittymässä linja on koko ajan avoinna. Saunalahti mainostaa Kotikiinteän olevan edullinen laajakaistayhteys, josta ei tule ylimääräisiä lisäkuluja tai puhelinmaksuja. Lisäksi laajakaistayhteys on reilusti nopeampi kuin esimerkiksi tavallinen modeemiyhteys. Kiinteä kuukausimaksu on 25 euroa, jolloin yhteyksiä voi käyttää niin paljon kuin haluaa ilman kuukausimaksua suurempia kuluja.

Elisa Kaapelimodeemi

Elisa Kaapelimodeemiyhteyden kuukausihinnat ovat myös kiinteitä. Taulukossa 4 on esitetty hinnat yhteysnopeuksien mukaan.

Taulukko 4. Elisan Kaapelimodeemiyhteyksien kuukausihinnat

Nopeus sisään/ulos	Kuukausimaksu
256/64 kbit/s	18,90 €
512/128 kbit/s	22,90 €
1024/128 kbit/s	29 €
2048/128 kbit/s	39 €

Elisa ADSL Premium

Elisa ADSL Premium -laajakaistaliittymän avausmaksu on 126 euroa. Kuukausimaksu sisältää yhteyden valitulla yhteysnopeudella, kuten taulukossa 5 on esitetty.

Taulukko 5. Elisa ADSL Premium -yhteyksien kuukausihinnat

Nopeus sisään/ulos	Kuukausimaksu
1 Mbit/s / 384 kbit/s	40 €/kk
2 Mbit/s / 512 kbit/s	54 €/kk
4 Mbit/s / 512 kbit/s	165 €/kk

Dna Finland

Dna Laajakaista -liittymä on kiinteä laajakaistainen Internet-yhteys. Erillistä käyttömaksua ei tarvitse maksaa Dna Laajakaista -liittymää käytettäessä. Taulukkoon 6 on kerätty Dna Finlandin kotisivuilta laajakaistayhteyksien kuukausihinnat nopeusluokittain.

Taulukko 6. Dna Laajakaista -yhteyksien kuukausihinnat

Nopeus sisään/ulos	Kuukausihinta
256/256 kbit/s	19,90 €/kk
512/512 kbit/s	23,90 €/kk
1 Mbit/s / 512 kbit/s	37,00 €/kk
2 Mbit/s / 512 kbit/s	48,00 €/kk

Sonera

Taulukossa 7 on esitetty ADSL-tekniikalla toteutettujen yhteyksien kuukausihinnat. Liittymismaksu on 78 euroa. Yhteysnopeudet sekä vastaavat kuukausihinnat ovat voimassa myös Kainuussa.

Taulukko 7. Sonera ADSL -yhteyksien kuukausihinnat

Nopeus sisään/ulos	Kuukausihinta
256/256 kbit/s	21,90 €/kk
512/512 kbit/s	24,00 €/kk
1 Mbit/s / 512 kbit/s	32,00 €/kk
2 Mbit/s / 512 kbit/s	45,00 €/kk

Laajakaista Kaapeli -yhteyksien kuukausihinnat on kerätty taulukkoon 8. Liittymismaksu kaapeliyhteyksissä on 49 euroa. Kaapeliyhteyteen tarvittavan kaapelimodeemipaketin voi vuokrata kuuden euron kuukausimaksulla.

Taulukko 8. Sonera Laajakaista Kaapeli -yhteyksien kuukausihinnat

Nopeus sisään/ulos	Kuukausihinta
256/256 kbit/s	19,90 €/kk
512/256 kbit/s	25,00 €/kk
1 Mbit/s / 256 kbit/s	29,00 €/kk
2 Mbit/s / 256 kbit/s	38,00 €/kk

4 Mbit/s / 512 kbit/s	46,00 €/kk
-----------------------	------------

8 YHTEENVETO

Laajakaista- ja mobiilipalvelut ovat nykyään ihmisten arkipäivää. Ilman puhelinta ja sen tuomia palveluita ei tulla enää toimeen. Tietokonetta käytetään sekä työntekoon että huvituksiin. Kaikenlaiset pelit, videot, netti televisioidot ynnä muut vapaa-ajan palvelut houkuttelevat yhä enemmän kuluttajia hankkimaan laajakaistan myös kotiinsa. Erilaisten tuotteiden ja palveluiden ostaminen Internetistä on helpottunut. Internet on myös helpottanut käyttäjien hankintojen tekoa. Sähköposti on nykyään lähes yhtä suosittu yhteydenottotapa kuin matkapuhelimella lähetettävät tekstiviestit.

Vuosien saatossa ovat kiinteät ja langattomat laajakaista- ja mobiilipalvelut kehittyneet kiihtyvässä tahdissa. Aikakaudet ovat saaneet nimiä, kuten ensimmäinen, toinen ja kolmas sukupolvi. Nyt eletään kolmannen sukupolven aikaa, jossa on osaksi mukana myös toisen sukupolven tekniikkaa. Ajan kuluessa tekniikassa siirrytään neljännelle sukupolvelle. Neljännessä sukupolvessa yhdistyvät monet erilaiset laajakaistatekniikat ja -verkot. Päätelaitteiden kanssa pystytään siirtymään vaivatta paikasta toiseen, yhteyden katkeamatta välillä.

Kiinteiden laajakaistatekniikoiden käyttö on vielä jonkin verran langattomia laajakaistatekniikoita suositumpaa, mutta käytön ero kaventuu koko ajan kehityksen edetessä. Kuluttajan kannalta käyttökustannukset alkavat olla kummassakin tapauksessa samaa luokkaa.

Kiinteiden laajakaistatekniikoiden käytetyimmät yhteystavat ovat kaapelimoдеми ja DSL-tekniikat. DSL-tekniikoista suosituin on ADSL-yhteys. Langattomia laajakaistatekniikoita on kiinteiden tekniikoiden tavoin monia. Esimerkkejä langattomista tekniikoista ovat WLAN, WLL, WiMAX sekä satelliitti.

Tarvittava laajakaistatekniikka valitaan paikan ja tilanteen mukaan. Myös rakennus-, laite- ja käyttökustannukset on otettava huomioon, kun valitaan

yhteyden muodostamistapaa. Osassa langattomia laajakaistatekniikoita ongelmana ovat esimerkiksi maastosta aiheutuvat näköesteet. Langattomien tekniikoiden kantama on myös jonkinlainen ongelma, kun peittoalue tukiasemasta esimerkiksi WLL-tekniikassa on noin 10 kilometriä. Jos käytettäisiin pelkkää WLL-tekniikkaa harvaan asutuilla alueilla, täytyisi rakentaa monia tukiasemia, jotta kaikkiin talouksiin saataisiin laajakaistayhteys. Tukiasemien rakennuskustannukset olisivat tällöin liian suuria.

Kainuun alueen laajakaistapeitto on tällä hetkellä 79 % talouksista mukaan luettuna kaikki käytössä olevat laajakaistatekniikat. Kaikissa kunnissa on valmista ADSL-infrastruktuuria jo olemassa jossakin määrin. Muutamassa kunnassa on myös käytössä joillakin alueilla WLL-tekniikkaa. Nämä seikat huomioon ottaen tultiin työssä siihen tulokseen, että Kainuun laajakaistaverkko tulisi tulevaisuudessa koostumaan pääosin kiinteästä ADSL-tekniikasta. WLL- tai WiMAX-tekniikkaa käytettäisiin paikan, kustannuksien ja muiden tarpeiden mukaan vaihtoehtoisesti. Satelliittitekniikka täydentäisi näitä kolmea edellä mainittua tekniikkaa siellä, missä mitään muita tekniikoita ei ole mahdollista käyttää.

Heikki Keräsen ja Petteri Pyrrön tekemän selvitystyön mukaan WiMAX-teknologia olisi tällä hetkellä kustannustehokkain ratkaisu Kainuun haja-asutusalueiden talouksille. Tässä työssä esitetyssä hybridimallissa ei ole tarkemmin otettu kustannuksia huomioon. Mallissa on huomioitu enemmänkin laajakaistatarjonnan mahdollisimman suuri kattavuus haja-asutusalueilla.

Digi-tv-verkon myötä laajakaistatarjontaa on helpompi toteuttaa myös haja-asutusalueilla, koska digitelevisiolähteykset ovat alkaneet ja kuluttajat hankkivat tarvittavia vastaanottimia. Kun digi-tv-verkon paluusuuntaa kehitetään teknikaltaan paremmaksi sekä kuluttajien kannalta halvemmaksi käyttää, on laajakaista-tarjontaa helpompi toteuttaa myös haja-asutusalueilla. Rakennus- ja laitekustannukset jäävät tällöin melko pieniksi, ottaen huomioon, että laajakaista saataisiin toteutettua jokaiseen kaupunkiin ja kylään melko vaivatta.

Selvitys- ja suunnittelutyön lisäksi Kajaanin Puhelinosuuskunnalle tehdään kustannuslaskenta, joka koskee laajakaistaverkon rakentamista.

LÄHDELUETTELO

- [1] Keränen, H & Pyrrö, P. Selvitystyö, Laajakaistayhteyksien tarjonta Kainuussa, 2004. Moniste.
- [2] <http://www.laajakaistainfo.fi/teknologiat/index.php> (Luettu 8.2.2005)
- [3] Aho, K. Monipalveluverkon palvelut. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö, Syksy 2004. [WWW-dokumentti].
http://www.hakukaista.fi/kylaraitti/tiedostot/Opinnaytetyo_leikattu.pdf
(Luettu 10.2.2005)
- [4] Karila, A. Laajakaistaa nyt ja tulevaisuudessa, Laajakaistoja ja sähköisiä palveluita, Seinäjoki 26.11.2004. [WWW-dokumentti]
<http://www.etelapohjanmaa.fi/seminaari/karila1.pdf>
- [5] Laajakaistatekniikoiden kehitys 1995 - 2010
http://www.mintc.fi/oliver/upl899-53_2004.pdf
- [6] Iisalmen Sanomat
<http://216.239.59.104/search?q=cache:ttjcvwbqbelJ:www.iisalmen-sanomat.fi/ylasavo/Ylasavo2.html+laajakaistaverkko%2Brakentuu&hl=fi>
(Luettu 7.2.2005)
- [7] Päätösluonnos huomattavasta markkinavoimasta tukkutason laajakaistapalvelujen markkinoilla, Oulun Puhelin Oyj 19.2.2004. [WWW-dokumentti]
http://www.ficora.fi/suomi/document/M12_Oulun_Puhelin_Oyj_KK1.pdf
- [8] Mäkeläinen, J. Opas taloyhtiön kiinteän Internet-yhteyden hankintaan. Edita Prisma Oy, Helsinki 2003. [WWW-dokumentti].
http://www.turku.fi/tietoyhteiskunta/taloyhtioopas_040423.pdf
(Luettu 1.2.2005)
- [9] Internetin perusteet, Laajakaista.
<http://myy.helia.fi/~vanvu/tietoliikenne/internet/laajakaista.html>
(Luettu 1.2.2005)
- [10] Finnetin yhteinen tutkimus, Jatkotoimenpide-ehdotus/Päätösehdotus. Ensimmäinen versio. Omnitele Ltd, 2004. Moniste. Kirjoitettu 1.4.2004.
- [11] Joukainen, S. Nokian langattomat ja mobiiliverkot. Kirjoitettu 12.10.1997. [WWW-dokumentti]

- http://www.tml.hut.fi/Studies/Tik-110.300/1997/Mobile/nokia_2.html
(Luettu 14.2.2005)
- [12] Ylen kotisivut.
<http://www.yle.fi/kuningaskuluttaja/index.php/aiheet/452/>
(Luettu 14.2.2005)
- [13] Ahokas, K. Wimax katkoo laajakaistan langat. Kirjoitettu 4.3.2004.
http://tietoviikko.fi/doc.ot?d_id=113402 (Luettu 28.1.2005)
- [14] Haapala, J. Bluetooth – teoriaa ja käytäntöä. Turun ammattikorkeakoulun raportteja 24. Turku: Turun kaupungin painatuspalvelut, 2004. ISBN 952-5113-71-X.
- [15] 4-G - Mikä se on?
<http://keskus.hut.fi/opetus/s38118/s00/tyot/12/4gsanasto.shtml>
(Luettu 28.1.2005)
- [16] Nokian kotisivut, Teknologiat.
<http://www.nokia.fi/puhelimet/teknologiat/bluetooth/> (Luettu 14.2.2005)
- [17] Karila, A. Uudet Verkkoteknologiat, Espoo 7.5.2002. [WWW-dokumentti]
<http://www.merlin.fi/files/EK%207.5.2002%20Karila%20Stratos.pdf>
- [18] Paananen, J. Tietotekniikan peruskirja. Ensimmäinen painos. Jyväskylä: Docendo Finland Oy, 2003. ISBN 951-846-181-3.
- [19] 4-G - Mikä se on?
<http://keskus.hut.fi/opetus/s38118/s00/tyot/12/index.shtml>
Päivitetty 7.12.2000 (Luettu 28.1.2005)
- [20] Hämeen-Anttila, T. Tietoliikenteen perusteet. AB-ajokorttitutkinnon peruskirja. Ensimmäinen painos. Jyväskylä: Teknolit Oy, 2000. ISBN 951-846-076-0.
- [21] Mäkeläinen, S. Neljännen sukupolven mobiiliverkot. Helsinki 29.4.2003 [WWW-dokumentti].
http://www.cs.helsinki.fi/u/sxmakela/TiKi/sim_tutkielma.pdf
- [22] Vepsäläinen, A. Operaattoriliiketoiminnan tulevaisuuden näkymät. NETS Seminaari. Espoo 21.5.2003 [WWW-dokumentti].
http://websrv2.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/Kaynnissa/NETS/fi/Dokumenttiarkisto/Viestinta_ja_aktivointi/Seminaarit/Vuosiseminaari03/Vepsalainen.pdf

- [23] <http://verkkoluotsi.chydenius.fi/salatutsivut/toteutus/multimedia.html>
(Luettu 17.2.2005)
- [24] Onko langaton laajakaista haja-alueiden mahdollisuus? [WWW-dokumentti]. <http://www.yle.fi/mikaeli/arkisto/maaseutu/puumala/> (Luettu 21.2.2005).
- [25] Digitelevision edellytykset Internetin jakeluverkoksi. Mater-projekti. Liikenne- ja viestintäministeriö. Helsinki 2004. Moniste.
- [26] Klemetti, K. Verkkoteknologiaa suomeksi: 3G on täällä tänään. Artikkelit on kirjoitettu tuotekehitysjohtaja Pasi Mehtosen FiComin koulutusseminaarissa pitämän esityksen pohjalta 30.11.2004. [WWW-dokumentti]. <http://www.ficom.fi/fi/uutinen.html?Id=1101819408.html>
- [27] Svento, R. Mitä uutta? ja Kuluttajat ja hinnoittelu ratkaisevat. Artikkelit on kirjoitettu 30.11.2004. [WWW-dokumentti].
<http://www.ficom.fi/fi/uutinen.html?Id=1101818931.html>
- [28] Kuluttajaviraston hintavertailuja, Laajakaistaliittymät kuluttajille. 4/2004 marraskuu 2004. [WWW-dokumentti].
<http://www.kuluttajavirasto.fi/user/loadFile.asp?id=5675>

LIITE A

LAAJAKAISTALIITTYMIEN HINNAT OULUN LÄÄNISSÄ

Taulukko 2. Liittymien avausmaksut (€) ja kuukausimaksut (€/kk) nopeusluokittain [26].

	ADSL Elisa Oyj Pohjois-Pohjanmaa	ADSL Kainuu Elisa Oyj	ADSL Kajaani, Kajaanin Puhelinosuuskunta	ADSL muu Kainuu, Kajaanin Puhelinosuuskunta	Kaapelimodeemi, Kajaanin Puhelinosuuskunta	WLAN (langaton), Kajaanin Puhelinosuuskunta	ADSL, MTV3 Oy / MTV Interactive	Taloverkko, Netplaza Oy	WLAN (langaton), Netplaza Oy	ADSL tai VDSL (Baana kotiliittymä), Oulun Puhelin Oyj	ADSL tai VDSL, Oulun Puhelin Oyj	ADSL, Pohjanmaan PPo Oy	ADSL, TeliaSonera Oyj	ADSL, TeliaSonera Oyj
Avausmaksu, e	78	78	50	50	50	50	0	25	25	129	99	78	78	129
256/256 kbit/s	33	30	31	37	27	37	29		15		33	34	34	
512/512 kbit/s	36	34	35	39		39	38		22		37	38	38	48
768/256 kbit/s					35									
1024/512 kbit/s	45	46	47	47					30		47	48	48	68
1024/1024 kbit/s								33						
2048/512 kbit/s	59	56	57	57			58					58	58	89
2048/1024 kbit/s									42					
4096/1024 kbit/s										49				
Lisätietoa	www.elisa.fi		www.kpo.fi				www.mtv3.fi	www.netplaza.fi		www.opoy.fi		www.ppo.fi	www.sonera.fi	

